

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-101405

(43)Date of publication of application : 15.04.1997

(51)Int.Cl.

G02B 5/04
G02B 6/00
G02F 1/1335

(21)Application number : 07-257551

(71)Applicant : DAINIPPON PRINTING CO LTD

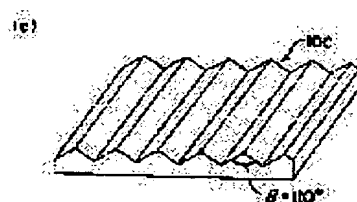
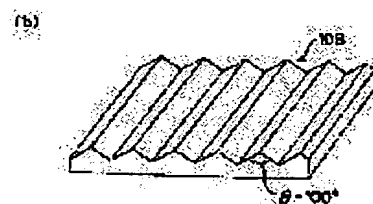
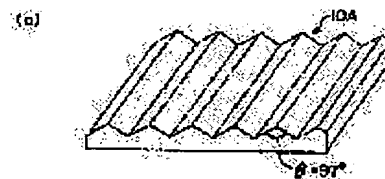
(22)Date of filing : 04.10.1995

(72)Inventor : KOJIMA HIROSHI
ISHIDA HISANORI
MASUBUCHI NOBORU

(54) LENS SHEET, SURFACE LIGHT SOURCE, AND DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lens sheet, surface light source, and display device which are high in normal luminance and free from oblique unnecessary light.
SOLUTION: Lens sheets 10A, 10B, and 10C have lens array layers formed on the surfaces of light-transmissive base materials by arraying many unit triangular prisms, projecting on the top surface sides, so that their ridges are parallel to one another, and the vertical angle θ_a of the main cut surface of a unit triangular prism is so set that condition 1 $< \theta_a < \text{condition 2}$. Here, condition 1 = $90^\circ + (10/9)\sin^{-1}(1/\sqrt{2}) - (n_0/n_1)\theta_c$, condition 2 = $60^\circ + (4/3)\theta_c$, $\theta_c = \sin^{-1}(n_0/n_1)$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.11.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 01.09.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 1 0 1 4 0 5

(43) 公開日 平成 9 年 (1997) 4 月 15 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G02B 5/04			G02B 5/04	A
6/00	331		6/00	331
G02F 1/1335	530		G02F 1/1335	530

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平 7 - 2 5 7 5 5 1

(22) 出願日 平成 7 年 (1995) 10 月 4 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 2 8 9 7

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町一丁目 1 番 1 号

(72) 発明者 小島 弘

東京都新宿区市谷加賀町一丁目 1 番 1 号

大日本印刷株式会社内

(72) 発明者 石田 久憲

東京都新宿区市谷加賀町一丁目 1 番 1 号

大日本印刷株式会社内

(72) 発明者 増淵 暢

東京都新宿区市谷加賀町一丁目 1 番 1 号

大日本印刷株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鎌田 久男

(54) 【発明の名称】 レンズシート、面光源及び表示装置

(57) 【要約】

【課題】 法線輝度が高く、かつ、斜め方向の不要光のないレンズシート、面光源及び表示装置を提供する。

【解決手段】 透光性基材の表面に、表面側に凸状に形成された単位三角柱プリズムを相互の稜線が平行となるよう多数配列したレンズ配列層を有するレンズシートであって、単位三角柱プリズムの主切断面の頂角 θ_0 は、
 $\text{condition1} < \theta_0 < \text{condition2}$

ただし、

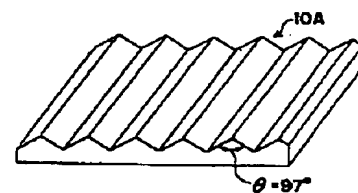
$$\text{condition1} = 90^\circ + (10/9) \sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (6/9)\theta_0$$

$$\text{condition2} = 60^\circ + (4/3)\theta_0$$

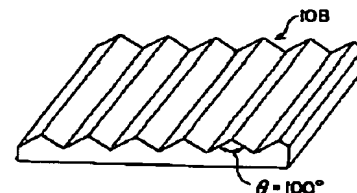
$$\theta_0 = \sin^{-1}(n_0/n_1)$$

である。

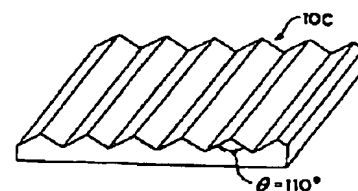
(a)



(b)



(c)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透光性基材の表面に、表面側に凸状に形成された単位三角柱プリズムを相互の稜線が平行となるよう多数配列したレンズ配列層を有するレンズシートであって、

前記単位三角柱プリズムの主切断面の頂角 θ は、

$$\text{condition1} < \theta < \text{condition2}$$

ただし、

$$\text{condition1} = 90^\circ + (10/9) \sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (6/9)\theta,$$

$$\text{condition2} = 60^\circ + (4/3)\theta,$$

$$\theta = \sin^{-1}(n_0/n_1)$$

であることを特徴とするレンズシート。

【請求項 2】 透光性基材の表面に、表面側に凸状に形成された単位三角柱プリズムを相互の稜線が平行となるよう多数配列したレンズ配列層を有するレンズシートであって、

前記単位三角柱プリズムの主切断面の頂角 θ は、

$$\text{condition3} < \theta < \text{condition4}$$

ただし、

$$\text{condition3} = 90^\circ + (10/13) \sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (2/13)\theta,$$

$$\text{condition4} = 60^\circ + (4/3)\theta,$$

$$\theta = \sin^{-1}(n_0/n_1)$$

であることを特徴とするレンズシート。

【請求項 3】 光透過性のある基材シートと、

前記基材シートの表面に積層された光透過拡散層と、

前記光透過拡散層の表面に積層された請求項 1 又は 2 に記載のレンズ配列層とを備えることを特徴とするレンズシート。

【請求項 4】 請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載のレンズシートにおいて、

前記透光性基材又は前記基材シートは、高さが光源光の波長以上であって、 $200\mu\text{m}$ 以下の微小突起を裏面に散在させている、

ことを特徴とするレンズシート。

【請求項 5】 透光性平板又は直方体状の空洞からなる導光体と、

前記導光体の裏面に少なくとも部分的に設けた光反射層と、

前記導光体の側端面のうち少なくとも 1 面以上に隣接して設けられた点状又は線状の光源と、

前記導光体の表面側に配置される、前記請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項に記載のレンズシートと、

前記レンズシートの外部又は内部に積層される光等方拡散性層とを含み、

前記レンズシートの表面が拡散光放出面となることを特徴とする面光源。

【請求項 6】 1 以上の点状又は線状の光源と、

前記光源を包囲し、1 面を開口部とし、かつ、その開口

部側内面を光反射面とした光源収納部と、

前記光源収納部の開口部側に配置される、前記請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項に記載のレンズシートと、

前記レンズシートの外部又は内部に積層される光等方拡散性層とを含み、

前記レンズシートの表面又は裏面が拡散光放出面となることを特徴とする面光源。

【請求項 7】 透過型の表示素子と、

前記表示素子の背面に設けられた前記請求項 5 又は請求項 6 に記載の面光源とを含むことを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、表面側に凸状となるように単位レンズ部が配置されたレンズシート、そのレンズシートを用いた面光源及びその面光源をバックライトとして用いた透過型の表示装置に関するものである。

【0002】

20 【従来の技術】従来、液晶表示装置として、直下型又はエッジライト型の拡散面光源を用いたものが知られている（特開平 5 - 1 7 3 1 3 4 号、特開平 2 - 2 5 7 1 8 号、実開平 4 - 1 0 7 2 0 1、特開平 6 - 1 8 7 0 7 号、特開平 6 - 6 7 1 7 8 号等）。図 27 は、エッジライト型の面光源の従来例を示す図である。面光源 200 A は、特開平 5 - 1 7 3 1 3 4 号、実開平 4 - 1 0 7 2 0 1 などに開示される仕様のものであり、透光性基板 201 の一方の面に、光等方拡散性層 202 が形成され、さらに、頂角 α が 90 度の二等辺三角柱プリズム線型配列レンズシート 205 が積層されたものである。また、他方の面に反射層 203 が形成されており、側面に点状又は線状の光源 204 が配置されたものである。なお、三角柱プリズム線型配列シートとは、その稜線が互いに平行となるように配列された複数の三角柱形状のプリズムを有するレンズシートをいう。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】前述した従来の面光源 200 A は、等方光拡散性層 202 により等方拡散された光がレンズシート 205 のプリズム作用によって偏向されるので、光放出面の法線方向（ n ）近傍に光エネルギーが集中し、その結果、高い法線方向輝度（ピークゲイン）を実現できるという利点を有している。しかし、同時に、法線方向近傍の所定の視野角度範囲から一部の光が逸脱する現象（配光特性曲線、すなわち、透過光強度の角度分布におけるサイドローブ）が発生し、視野角度範囲内からの光エネルギーの損失となるという問題があった。また、斜方向に放出された光が、近辺の作業者に対して不要光（迷光、ノイズ光）となるという問題もあった。

【0004】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、請求項 1 に係る発明は、透光性基材の表面に、表面側に凸状に形成された単位三角柱プリズムを相互の稜線が平行となるよう多数配列したレンズ配列層を有するレンズシートであって、単位三角柱プリズムの主切断面の頂角 θ_1 は、

$$\text{condition1} < \theta_1 < \text{condition2}$$

ただし、

$$\text{condition1} = 90^\circ + (10/9) \sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (6/9)\theta_1,$$

$$\text{condition2} = 60^\circ + (4/3)\theta_1,$$

$$\theta_1 = \sin^{-1}(n_0/n_1)$$

であることを特徴とする。請求項 2 に係る発明は、透光性基材の表面に、表面側に凸状に形成された単位三角柱プリズムを相互の稜線が平行となるよう多数配列したレンズ配列層を有するレンズシートであって、単位三角柱プリズムの主切断面の頂角を θ_1 は、

$$\text{condition3} < \theta_1 < \text{condition4}$$

ただし、

$$\text{condition3} = 90^\circ + (10/13) \sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (2/13)\theta_1,$$

$$\text{condition4} = 60^\circ + (4/3)\theta_1,$$

$$\theta_1 = \sin^{-1}(n_0/n_1)$$

であることを特徴とする。請求項 3 に係る発明は、光透過性のある基材シートと、基材シートの表面に積層された光透過拡散層と、光透過拡散層の表面に積層された請求項 1 又は 2 に記載のレンズ配列層とを備えることを特徴とする。請求項 4 に係る発明は、請求項 1 ～請求項 3 いずれか 1 項に記載のレンズシートにおいて、透光性基材又は基材シートは、高さが光源光の波長以上であって、200 μm 以下の微小突起を裏面に散在させていることを特徴とする。請求項 5 に係る発明は、透光性平板又は直方体状の空洞からなる導光体と、導光体の裏面に少なくとも部分的に設けた光反射層と、導光体の側端面のうち少なくとも 1 面以上に隣接して設けられた点状又は線状の光源と、導光体の表面側に配置される、請求項 1 ～請求項 4 のいずれか 1 項に記載のレンズシートと、レンズシートの外部又は内部に積層される光等方拡散性層とを含み、レンズシートの表面が拡散光放出面となることを特徴とする。請求項 6 に係る発明は、1 以上の点状又は線状の光源と、光源を包囲し、1 面を開口部とし、かつ、その開口部側内面を光反射面とした光源収納部と、光源収納部の開口部側に配置される、請求項 1 ～請求項 4 のいずれか 1 項に記載のレンズシートと、レンズシートの外部又は内部に積層される光等方拡散性層とを含み、レンズシートの表面又は裏面が拡散光放出面となることを特徴とする。請求項 7 に係る発明は、透過型の表示素子と、表示素子の背面に設けられた請求項 5 又は請求項 6 に記載の面光源とを含むことを特徴とする。

【0005】

【発明の実施の形態】以下、図面等を参照して、実施形態について、さらに詳しく説明する。

(本発明に係るレンズシートの導出) ここでは、まず、頂角が 90° の単位三角柱プリズムからなる従来のレンズシートについて、入射した光線が示す挙動について説明する。次に、高輝度とサイドロブ発生防止を実現する単位三角柱プリズムの形状について考察し、本発明に係るレンズシートが満たすべき条件を導き出す。図 1 は、出光側に凸状に形成され、主切断面の形状が頂角 90° の二等辺三角形プリズム線型配列レンズシートの単位プリズムの構造、及びこのレンズシートをエッジライト型面光源の導光板上に配置した場合に、単位プリズム内に入射した光線の軌跡を示した図である。

【0006】簡単のため、光線の軌跡は、以下の仮定のもとに計算して求めている。

- 1) 空気の屈折率は、 $n_0 = 1.0$ 、プリズムの屈折率は、 $n_1 = 1.5$ とした。
- 2) プリズム底面への光線 R 1 の入射角は、左回りに 45.7° とした。
- 3) プリズム底面への光線 R 2、R 3 の入射角は、いずれも右又は左回りに 22.8° とした。
- 4) 線型配列レンズシートのうち、単位プリズム 1 個を取り出してシミュレーションした。
- 5) 柱状プリズムの主切断面を考え、入射光線は、主切断面内にあるものと仮定した。
- 6) プリズム底面を拡散光入射方向 (図では下方向) として、光線の挙動を検討した。

【0007】また、単位プリズムの各外周面において、反射又は屈折する光線の軌跡は、(a) 反射の法則 (入射角 θ 、反射角 θ' としたときに、 $\theta = \theta'$)、(b) 屈折の法則 (媒質 1 における屈折率 n_1 、入射光線と媒質 1 と 2 の界面の法線とのなす角を θ_1 、媒質 2 における屈折率 n_2 、出射光線とその法線とのなす角を θ_2 としたときに、 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$)、に基づいて求めた。

【0008】図 1 において、追跡すべき光線としては、導光板の裏面の光拡散反射層で反射され、プリズムに入射する角度分布をもつ反射光のうち、代表的な 3 本である R 1、R 2、R 3 を選んである。このうち、光線 R 2 は、プリズム内に入射する拡散光線のうちで、左から入射して光放出面の法線方向に偏向されて出射するものを代表する。光線 R 3 は、プリズム内に入射する拡散光線のうちで、右から入射して光放出面の法線方向に偏向されて出射するものを代表する。

【0009】光線 R 1 は、サイドロブ光の原因となる光線である。特に、サイドロブ光の顕著な頂角 90° のレンズシートの場合に、サイドロブの主要因となるのは、単位プリズムの片方の斜面部内に臨界角以上の大きな角度で入射し、全反射されて対向斜面方向に偏向され、さらに対向する斜面によってより水平方向に偏向し

て出力される光線である。光線 R 1 は、このような光線を代表するものである。光線 R 1 は、本来左右各 1 本ずつ選ぶべきであるが、単位プリズムが左右対称であり、また、図が煩雑になるのを避けるために、右方からの 1 本のみによって代表させてある。なお、光線 R 1 の底面 f₁ への入射角 45.7° は、光線 R 1 のプリズム出射光の方向が、実測されたサイドロープ光のピーク方向と一致するように選定したものである。この点については、後に詳しく説明する。

【0010】図 1 に見られるように、光線 R 2 は、光路 F → G → H → I に沿って進む。その結果、光線 R 2 は、単位プリズムを出射するときには、光放出面の法線 n に近い方向に偏向されており（法線 n となす角度は反時計回りに 3.8° である）、レンズシートの法線輝度を増大することに寄与していることがわかる。同様に、光線 R 3 も、単位プリズムを通過する過程で光放出面の法線に近い方向に偏向され（法線 n となす角度は時計回りに 3.8° である）、レンズシートの法線輝度の増大に寄与している。

【0011】これに対して、光線 R 1 は、A → B を経て、プリズム内に入り、右斜面 f₂ 上の点 C で入射角 73.5° が臨界角 41.8° 以上であるために、全反射する。その結果、左方向の水平近くまで偏向されて、左斜面 f₁ 上の点 D に達する。そこで、空気中に出るときに、さらに水平方向に偏向され E に至る。このときの光線 R 1（出射光）と、面光源の光放出面の法線 n、すなわち、プリズム底面 f₃ の法線となす角は 70.7° である。従って、光線 R 1 は、通常の表示装置で使用される視野角（光放出面の法線に対して最大 ± 45° 程度）を逸脱し、サイドロープ光となることがわかる。

【0012】ここで、光線 R 1 の出射方向を実測されたサイドロープ光の出射方向と比較してみる。図 17 は、頂角が 90° の三角形プリズム線型配列シートにおける

$$\theta_c > 2\theta_c$$

なる関係を有しているものとする。ただし、

$$\theta_c = \sin^{-1} (n_0/n_1)$$

である。

【0016】光線 R 11、R 12、R 13 は、プリズムに底面 f₃ から入射し、右斜面 f₂ 上の点 C において全反射する光線である。なお、斜面 f₂ に対する入射角が、臨界角 θ_c より小さい光線は、光放出面の法線 n 方向に屈折しながら斜面 f₂ を透過し、サイドロープ光に

$$\theta_{c11} = \theta_c - \theta_{c11} > \theta_c$$

である。従って、光線 R 11 は、点 D においても全反射する。その後、光線 R 11 は、底面 f₃ より導光板側にフィードバックされるために、サイドロープ光にはなら

$$\theta_{c12} = \theta_c - \theta_c$$

である光線である。光線 R 12 は、点 C において全反射した後に、斜面 f₁ へ点 I において入射する。このとき

透過光の輝度を角度の関数として測定した結果を示す図、すなわち、配光特性曲線である。測定は、エッジライト型面光源の表面に光拡散透過シートを載せ、その上に三角形プリズム線型配列シートをプリズム面が外向き（導光板側と反対向き）となるように設置して行っている。

【0013】図 2 は、頂角が 140° の三角形プリズム線型配列レンズシートの単位プリズムの構造及びこのレンズシートをエッジライト型面光源の導光板上に配置した場合に、単位プリズム内に入射した光線の軌跡を示した図である。図 1 においてサイドロープ光となっていた光線 R 1 は、単位プリズムの右斜面 f₂ 上の点 C で全反射し、さらに、底面 f₃ の点 D、左斜面 f₁ の点 E でも全反射し、F → G と進み底面側に戻される。従って、この単位プリズムでは、サイドロープ光が発生しない。

【0014】一方、光線 R 2、R 3 は、いずれも図 1 の場合と同様に、光放出面の法線 n に近い方向に偏向される。なお、図が左右対称であることから、図中には、光線 R 3 のみを示してある。光線 R 3 が法線 n となす角は、12.5° であり、頂角が 90° である場合の 3.8° と比較して、若干増大している。このことは、頂角が 140° の単位プリズムにおいて、法線方向輝度は、やや低下し、視野角は、逆に増大することを意味している。

【0015】次に、サイドロープ光の発生について、図 3、図 4 を用いて、さらに詳しく考察する。はじめに、サイドロープ光を代表的な 3 本の光線で近似することから始める。図 3 は、頂角が θ_c である二等辺三角柱プリズムの主切断面（二等辺三角形 P Q J で表される単位プリズム）を示している。なお、以下において特に断らない限り、頂角 θ_c と、プリズム／空気界面の臨界角 θ_c は、

$$(1)$$

$$(2)$$

関与しない光線であるから、記述を省略する。

【0017】光線 R 11 は、点 C における入射角 θ_{c11} が、臨界角 θ_c より僅かに大きく、点 C において全反射した後、斜面 f₁ 上の点 D に入射角 θ_{c11} で到達している。ここで、式 (1) の条件から、

$$(3)$$

ない。

【0018】一方、光線 R 12 は、点 C における入射角 θ_{c12} が、

$$(4)$$

の入射角 θ_{c12} は、

$$\theta_{412} = \theta_4 - \theta_{512} = \theta_5$$

である。従って、光線 R 1 2 は、点 I に達した後に、斜面 f 1 に沿って点 J まで進み、点 J より底面側（導光板）にフィードバックされるために、光線 R 1 1 同様、

$$\theta_{k+1} \geq \theta_k - \theta_{k-1}$$

であり、従って、斜面 f 1 上の点 M における入射角 θ

$$\theta_{1,2} < \theta_c$$

である。この結果、光線 R 1 3 は、法線 n に対して大きな角度（図中、左水平方向に近い角度）で斜面 f 1 より出射し、サイドロブ光となる。これより、点 C におい

$$\angle ICQ = 90^\circ - (\theta_1 - \theta_2)$$

であるから、

$$\theta_{s+1} = (\theta_s - \theta_c) + k(90^\circ - (\theta_s - \theta_c))$$

ただし、 $0 < k < 1$ 、

が避かれる。

【0020】図4は、図3と同じ頂角が θ 、である三角柱プリズムの主切断面を示している。図中の光線 $R_{1, \text{max}}$ 、 $R_{1, \text{peak}}$ 、 $R_{1, \text{min}}$ は、それぞれ底面 f_3 より

$$\theta_{s, \text{新}} = (\theta_s - \theta_c) + (8/10)(90^\circ - (\theta_s - \theta_c)) \quad (10)$$

$$\theta_{\text{R.P.R.}} = (\theta_s - \theta_c) + (6/10)(90^\circ - (\theta_s - \theta_c)) \quad (11)$$

$$\theta_{1,2,3,4} = (\theta_A - \theta_C) + (4/10)(90^\circ - (\theta_A - \theta_C)) \quad (12)$$

である。つまり、これら光線の斜面 f_2 における反射角は、サイドローブ光を反射し得る角度範囲（式（9））をそれぞれ $8/10$ 、 $6/10$ 、 $4/10$ に分割する角度である。

【 0 0 2 1】このように $\theta_{x, \max}$ 、 $\theta_{x, \text{peak}}$ 、 $\theta_{x, \min}$ を定めると、これらの光線が左斜面 f 1 より出射するときの角度を底面 f 3 の法線、すなわち、面光源の出光面の法線 n から測った値（サイドローブ出射角）

$\Theta_{\text{S.O. min.}}$ 、 $\Theta_{\text{S.O. peak}}$ 、 $\Theta_{\text{S.O. max.}}$ の具体的な値を頂角 $\theta = 90^\circ$ の場合について計算すると、それぞれ 57.7° 、 70.7° 、 84.7° となる。

【 0 0 2 2 】これに対して、図 1 7 の実線に見られるように、実測された頂角 $\theta_c = 90^\circ$ の二等辺三角柱ブリズムのサイドローブ光の最小角方向は、 $\Theta_{1, \dots, 1} = 57.7^\circ$ 、光エネルギーが最大である方向（ピーク方向）は、 $\Theta_{1, \dots, 1} = 70.7^\circ$ 、そして、最大角方向は、 $\Theta_{1, \dots, 1} = 84.7^\circ$ である。これらの値は、上記計算値の $\Theta_{1, \dots, 1}$ 、 $\Theta_{1, \dots, 1}$ 、 $\Theta_{1, \dots, 1}$ とほぼ一致する。このことから、以下において光線 $R_{1, \dots, 1}$ 、 $R_{1, \dots, 1}$ 、 $R_{1, \dots, 1}$ は、それぞれ、光放出面の法線 n から測最小角方向、ピーク方向、最大角方向のサイドローブ光を近似するものとし、以下の解析は、この 3 本の光線によってサイドローブ光を代表させて行う。なお、さらにモデルを簡略化する場合は、光線 $R_{1, \dots, 1}$ によって全サイドローブ光を代表させるものとする。

【 0 0 2 3 】 まず、斜面 f_1 上で、サイドロブ光を放出する領域を特定する方法について、図 5 を用いて説明する。図 5 は、頂角が $\theta_1 = 90^\circ$ である三角柱プリズムの主切断面を示している。光線 R_{11} は、全サイドロ

(5)

サイドローブ光にはならない。

【0019】光線 R13 は、点 C における入射角 θ_{13} が

(6)

413 は、

(7)

て全反射し、かつ、角 ICQ 内を通過して斜面 f_1 に達する光線は、サイドロープ光になることが分かる。ここで、

(8)

(9)

プリズムに入射し、斜面 f_2 において、それぞれの入射角 $\theta_{s, \text{inc}}$ 、 $\theta_{s, \text{out}}$ 、 $\theta_{s, \text{ref}}$ が式 (9) を満し、全反射している光線である。具体的には、

ーブ光を代表するものであり、図4における最大脚度のサイドロブ光である光線 R_{11}, \dots を表している。光線 R_{11} のサイドロブ出射角 Θ_{11} は、 70.7° である。

【 0 0 2 4 】 光線 R 1 1 は、光路 E₁ → D₁ を経てプリズムに入射し、右斜面 f 2 上の点 C₁ で全反射された後に、左斜面 f 1 上にある点 P₁ から A₁ 方向へ出射する。いま、斜面 F 2 上の反射点を C₁、C₂、・・・と漸次底面 f 3 の方向へ移動させると、光線は、R 1 1、R 1 2、・・・のように斜面 f 1 上を次第に底辺 f 3 の方向へ移動する。光線 R₁_i は、反射点が底辺 f 3 と斜面 f 2 が交わる点 B_i と極限的に殆ど一致しており、E₁ → B_i → P_i → A_i と進行する光線である。このように、光線 R 1 1 ~ 光線 R₁_i は、底面 f 3 からプリズムに入射し、斜面 f 1 よりサイドロブ光として出射する。

【 0 0 2 5 】次に、斜辺 f 1 における出射点が、光線 R₁₂ の出射点 P₁ より底辺 f 3 側の点 P₂、P₃ であるサイドローブ光として光線 R₁₃、R₁₄ が存在したと仮定する。これら光線を遡行していくと、これら光線の底面 f 3 に入射する角は、臨界角 θ_c を超過しているために、もはや底面 f 3 の下方からプリズム内に入射せず、例えば光路 E₁ → G₁ → F₁ → P₁ → A₁ の様に、斜面 f 2 から入射し、底面 f 3 で全反射するものでなければならない。しかしながら、通常の面光源を使用し、プリズムの底面 f 3 が面光源側を向くように設置した場合には、光線 R₁₃、R₁₄ に類する光線は、殆ど存在しない。従って、プリズムの斜面 f 1 において、点 P₁ とプリズムの頂点との間から、事実上ほとんどのサイドローブ光が出射することがわかる。

【0026】続いて、サイドロープ光が出射しない、又は、より低減されるプリズム形状を求める。図4又は図17において見られるように、頂角 θ_1 が 90° の三角柱プリズムでは、サイドロープ光の強度が大きい。このサイドロープ光の強度は、頂角を次第に増大させると、一定の角度において急激に低下する。以下、この点について説明する。

【0027】図6は、空気の屈折率 $n_0 = 1.0$ 、プリズムの屈折率 $n_1 = 1.5$ のときに、頂角 $\theta_1 = 90^\circ$ のプリズムにおいて、サイドロープ光を代表する光線として強度がピークになるサイドロープ光 $R_{1,1,1,1}$ 、すなわち、底面 f_3 に入射角 45.7° で入射する光線が、頂角 θ_1 の増大とともにその経路をどのように変化させるかを示した図である。図6から、頂角 θ_1 が 90° から漸次増大すると、サイドロープ光の出射方向が次第に水平方向に傾いていくことが分かる。これは、図4において、 $R_{1,1,1,1} \sim R_{1,1,1,1}$ の出射光線が次第に反時計回りに回転していくことに相当している。図6(B)に示すように、頂角 θ_1 の増大の結果、出射光は隣接するプリズム(図中、左隣りのプリズム)の斜面に当たり、一部は反射され、光放出面の法線 n 近傍の出力光線 $R_{1,1,1,1}$ になる。また、残りの出射光は、透過、屈折して導光板又は光源側にフィードバックされる光線 $R_{1,1,1,1}$ となり、その一部は再利用される。このように、 θ_1 の増大に伴い、サイドロープ光は次第に減少する。また、さらに θ_1 を増大させると、サイドロープ光は、プリズム斜面において全反射し導光板側にその全てがフィードバックされるために、完全に消失する。

【0028】次に、以上の過程を光線を追跡しながら説

$$\begin{aligned}\theta_{1,1,1,1} &= (90^\circ + \alpha) - (\theta_{1,1,1,1} - \alpha/2) \\ &= 90^\circ - \theta_{1,1,1,1} + (3/2)\alpha\end{aligned}\quad (13)$$

また、右斜面 f_2 での全反射角 $\theta_{1,1,1,1}$ は、式(12)より、

$$\begin{aligned}\theta_{1,1,1,1} &= ((90^\circ + \alpha) - \theta_{1,1,1,1}) + (4/10)(90^\circ - ((90^\circ + \alpha) - \theta_{1,1,1,1})) \\ &= 90^\circ + (6/10)\alpha - (6/10)\theta_{1,1,1,1}\end{aligned}\quad (14)$$

となる。

【0030】サイドロープ光 $R_{1,1,1,1}$ の斜面 f_1 にお

$$n_0 \sin \theta_{1,1,1,1} = n_1 \sin (90^\circ - \theta_{1,1,1,1} + (3/2)\alpha) \quad (15)$$

ただし、ここで $\theta_{1,1,1,1}$ は、斜面 f_1 の法線から測った角度である。一方、図4の $\theta_{1,1,1,1}$ は、出向面の法線 n から測った角度であることに注意すべきである。両者の

$$\theta_{1,1,1,1} = \sin^{-1}((n_1/n_0) \sin(90^\circ - \theta_{1,1,1,1} + (3/2)\alpha)) \quad (16)$$

となる。出射光線の方向(D→E)が底面 f_3 と平行であるということは、サイドロープ光 $R_{1,1,1,1}$ が底面 f_3

$$(45^\circ - \alpha/2) + \theta_{1,1,1,1} = 90^\circ \quad (17)$$

となる。従って、式(16)及び(17)より、

$$\begin{aligned}(45^\circ - \alpha/2) + \sin^{-1}((n_1/n_0) \sin(90^\circ - \theta_{1,1,1,1} + (3/2)\alpha)) &= 90^\circ \\ \therefore \sin^{-1}((n_1/n_0) \sin(90^\circ - \theta_{1,1,1,1} + (3/2)\alpha)) &= 45^\circ + \alpha/2 \\ \dots & \quad (18)\end{aligned}$$

【0031】ここで、 $0 < \alpha < 90^\circ$ であるために、 $5^\circ < 45^\circ + \alpha/2 < 90^\circ$ となり、この角度範囲で

明する。図4において容易に分かるように、頂角 θ_1 を 90° から増大させるとサイドロープ光 $R_{1,1,1,1} \sim R_{1,1,1,1}$ のうち、最も出射角の大きい $R_{1,1,1,1}$ が最初に隣接するプリズムの斜面に接するようになる。そこで、以下にサイドロープ光 $R_{1,1,1,1}$ に基づいて説明を進める。図7は、頂角 $\theta_1 = 90^\circ + \alpha$ である三角柱プリズムにおけるサイドロープ光の経路を示した図である。ここで α は、 $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ の関係を満たしており、 $\theta_1 = 90^\circ + \alpha$ としたときに、図中の三角柱プリズムにおいて左斜面 f_1 から出射したサイドロープ光 $R_{1,1,1,1}$ (図中、点Dから点Eに向かう光線)が底面 f_3 (図中、辺 JI)と平行となる角度である。このような角度関係が満たされれば、図6からも分かるように隣接する単位プリズムの間の距離、または、 $R_{1,1,1,1}$ の出射点の位置の如何によらずサイドロープ光 $R_{1,1,1,1}$ は、必ず隣接する(左隣)のプリズム斜面に当たる。

【0029】また、頂角 θ_1 が $90^\circ + \alpha$ となるのにもない、底面 f_3 と、斜面 f_1 又は f_2 とのなす角 θ_1 (底角)は、 $45^\circ - (\alpha/2)$ となる。これは、三角形の内角の和が 180° であること、二等辺三角形の両底角は相等しいこと、及び、底辺が $(\alpha/2)$ 減少した分だけ斜面 f_2 及びその法線が反時計回りに $(\alpha/2)$ 回転することに注目すれば初等幾何学的に容易に求められる。同様に、左辺斜面 f_1 及びその法線は、時計回りに $(\alpha/2)$ 回転する。その結果、左斜面 f_1 のD点におけるサイドロープ光 $R_{1,1,1,1}$ の入射角 $\theta_{1,1,1,1}$ は、図7の三角形KDCの内角の和が 180° であることから、

る出射角 $\theta_{1,1,1,1}$ と $\theta_{1,1,1,1}$ は、点Dにおいて屈折の法則により、以下のように関連づけられる。

間には、図7からも明らかなように $\theta_{1,1,1,1} = \theta_{1,1,1,1} + 45^\circ - \theta_1$ (θ_1 は底角)の関係がある。他の

$\theta_{1,1,1,1}$ 、 $\theta_{1,1,1,1}$ についても同様である。従って、

の法線(面光源出光面の法線) n と直交することを意味するから、図7より、

$$(17)$$

は、三角関数は一価関数となることから、式(18)において両辺の正弦をとったものも式(18)と同値であ

る。すなわち、

$$\begin{aligned} (n_1/n_0)\sin(90^\circ - \theta_{s\dots\dots} + (3/2)\alpha) &= \sin(45^\circ + \alpha/2) \\ \therefore \sin(90^\circ - \theta_{s\dots\dots} + (3/2)\alpha) &= (n_0/n_1)\sin(45^\circ + \alpha/2) \\ &\dots (19) \end{aligned}$$

を得る。

あり、 $0^\circ < \theta_{s\dots\dots} < 180^\circ$ であるから、

【0032】ここで、 $\theta_{s\dots\dots} = 90^\circ + \alpha$ は三角形の頂角で

$$\begin{aligned} 0^\circ < \alpha < 90^\circ \\ \therefore 45^\circ < (\alpha/2) + 45^\circ < 90^\circ \\ \therefore 1/\sqrt{2} < \sin((\alpha/2) + 45^\circ) < 1 \end{aligned} \quad (20)$$

となり、(19)式の右辺は、

$$(1/\sqrt{2})(n_0/n_1) < (n_0/n_1)\sin(45^\circ + \alpha/2) < n_0/n_1 \quad (21)$$

となる。

【0033】従って、式(19)及び(21)より、

$$\begin{aligned} (n_0/n_1) > \sin(90^\circ - \theta_{s\dots\dots} + (3/2)\alpha) > (1/\sqrt{2})(n_0/n_1) \\ &\dots (22) \end{aligned}$$

となる(なお、式(22)の不等号は、式(21)における不等号とその向きを逆としている)。これに、式

(14)の $\theta_{s\dots\dots}$ を代入すると、

$$\begin{aligned} (n_0/n_1) > \sin((6/10)\theta_{s\dots\dots} + (9/10)\alpha) > (1/\sqrt{2})(n_0/n_1) \\ &\dots (23) \end{aligned}$$

となる。

来図7の斜面f1の点Dにおける入射角 $\theta_{s\dots\dots}$ である

【0034】一方、式(23)の正弦の中の角度は、元 20 こと、すなわち、

$$\begin{aligned} (6/10)\theta_{s\dots\dots} + (9/10)\alpha &= 90^\circ - \theta_{s\dots\dots} + (3/2)\alpha \\ &= \theta_{s\dots\dots} \end{aligned} \quad (24)$$

であることを考慮すれば、

$$0^\circ < (6/10)\theta_{s\dots\dots} + (9/10)\alpha < 90^\circ \quad (25)$$

となる。この区間において、逆正弦関数の主値は、1価の単調増加関数であることから式(23)の逆正弦をと

っても同じ不等号が成立し、

$$\begin{aligned} \theta_{s\dots\dots} > (6/10)\theta_{s\dots\dots} + (9/10)\alpha > \sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) \\ &\dots (26) \end{aligned}$$

となる。ただし、臨界角の定義より、 $\sin^{-1}(n_0/n_1)$

$= \theta_c$ としている。式(26)を α について解くと、

$$\alpha > (10/9)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (6/9)\theta_{s\dots\dots} \quad (27)$$

となり、図7のような関係が成立するために頂角 $\theta_{s\dots\dots}$ は、

$\theta_{s\dots\dots}$ は、

$$\begin{aligned} \theta_{s\dots\dots} &= 90^\circ + \alpha \\ &> 90^\circ + (10/9)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (6/9)\theta_{s\dots\dots} \\ &\dots (28) \end{aligned}$$

という条件を満たさなければならないことが分かる。

サイドロープ光では無くなる。式(11)、(10)の

【0035】頂角 $\theta_{s\dots\dots}$ がさらに増加すると、順次サイドロープ光 $R_{1\dots\dots}$ 、 $R_{2\dots\dots}$ が底辺f3と平行になり、

$\theta_{s\dots\dots}$ 、 $\theta_{s\dots\dots}$ を用いて上記と同様の計算を行うと、 $\theta_{s\dots\dots}$ 、 $\theta_{s\dots\dots}$ のそれぞれについて、

$$\begin{aligned} \theta_{s\dots\dots} &> 90^\circ + (10/11)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (4/11)\theta_{s\dots\dots} \\ &\dots (29) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \theta_{s\dots\dots} &> 90^\circ + (10/13)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (2/13)\theta_{s\dots\dots} \\ &\dots (30) \end{aligned}$$

を得る。なお、ここでは、式(10)、(11)において、 90° を $90^\circ + \alpha$ として計算を行っている。

れ始める。ただし、大部分の光は、そのまま出射する。

【0036】以上の結果をまとめると、頂角 $\theta_{s\dots\dots} = 90^\circ$ のときは、プリズムの左斜面f1から出射角 $\theta_{s\dots\dots}$ 、 $\leq \theta \leq \theta_{s\dots\dots}$ の範囲でサイドロープ光 $R_{1\dots\dots} \sim R_{s\dots\dots}$ が全てそのまま出射される(図4)。

頂角を $\theta_{s\dots\dots}$ まで変化させると、まずサイドロープ光のうち最大出射角の $R_{1\dots\dots}$ が図7に示すように斜面f1から出射した後にプリズム底面f3と平行になり、そして、図6(c)に示すように、出射光線が左斜面f1における出射位置によらず隣接するプリズム斜面で反射及び透過して向きを変えサイドロープ光でなくなる。

頂角 $\theta_{s\dots\dots}$ を増加させると、出射サイドロープ光は、次第に反時計回りに傾き、はじめに左斜面の下方から出る光線が図6(B)に示されるように隣接プリズムで偏向さ

【0037】さらに、 $\theta_{s\dots\dots}$ が増加して、 $\theta_{s\dots\dots}$ に達すると、ピーク強度を与えるサイドロープ光 $R_{1\dots\dots}$ も左

斜面 f 1 より出射した後に、底面 f 3 に平行となりサイドロープ光で無くなる。最後に、 θ_c が θ_{c1} に達すると、最小出射角のサイドロープ光 R_{11} も同様にサイドロープ光でなくなり、全てのサイドロープ光 $R_{11} \sim R_{1n}$ は、法線方向近傍に出射する反射光 R

$$\theta_c > 60^\circ + (4/3)\theta_c = 60^\circ + (4/3)\sin^{-1}(n_0/n_1) \quad (31)$$

となると、全サイドロープ光は、左斜面 f 2 において全反射され、底面 f 3 から導光板側へ戻る。図 2 は、式 (31) の一例として頂角 $\theta_c = 140^\circ$ ($n_1 = 1.50$) の場合について、各種光線に対する挙動を図示したものである。

【0039】次に、式 (31) の導出方法について説明する。図 8 は、頂角が θ_c である三角柱プリズムの主切

$$\theta_{c1} < \theta_c \quad (32)$$

$$\theta_{c1} = \theta_c - \theta_{c2} \quad (33)$$

$$\theta_{c2} = (3/2)\theta_c - \theta_{c1} - 90^\circ \quad (34)$$

なる関係が成り立つ。ここで、

$$\begin{aligned} \theta_{c2} &= (3/2)\theta_c - \theta_{c1} - 90^\circ \\ &> (3/2)\theta_c - \theta_c - 90^\circ \\ &> \theta_c \end{aligned} \quad (35)$$

が満たされれば、斜面 f 1 から出射し得る光線 R 5 は、底面 f 3 から入射する光線ではなく、斜面 f 2 よりプリズム内に入射し、点 C において全反射をする光線のみと

$$\theta_{c2} < \theta_c$$

であれば、光線 R 5 は、底面 f 3 よりプリズム内に入射した光線である。既に説明したように、斜面 f 2 よりプリズム内に入射する光線は、極く僅かである。従って、式 (32) 及び (35) を同時に満たすように、頂角 θ_c

$$\theta_c > 60^\circ + (4/3)\theta_c = \theta_{c1}$$

【0042】すなわち、頂角 θ_c が式 (30) の θ_{c1} からさらに増加して、式 (37) をも満たすようになると、サイドロープ光の出射が抑制されることは依然として同じであるが、抑制されたサイドロープ光は、例えば図 2 の光線 R 1 のごとく、全て斜面 f 1、f 2 において全反射され、導光板あるいは光源側にフィードバックされ、出力光として利用されなくなる。そのために、出力光の輝度（特に、光放出面の法線方向 n の輝度）は低下する。その代わり、頂角が広くなった分だけ

$$\begin{aligned} 90^\circ + (10/9)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (6/9)\theta_c \\ < \theta_c < 60^\circ + (4/3)\theta_c \end{aligned} \quad (38)$$

とする。また、特に法線輝度の高さよりも出力光の視野角の広さ、及び、サイドロープ光の除去と光放出面内の輝度分布の均一化を求める場合は、

$$\begin{aligned} 90^\circ + (10/13)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (2/13)\theta_c \\ < \theta_c < 60^\circ + (4/3)\theta_c \end{aligned} \quad (39)$$

とすると良い。一方、特に、サイドロープ低減よりも、法線輝度の方を求める場合は、 $\theta_{c1} < \theta_c < \theta_{c2}$

$$\begin{aligned} 90^\circ + (10/9)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (6/9)\theta_c \\ < \theta_c < 90^\circ + (10/13)\sin^{-1}((1/\sqrt{2})(n_0/n_1)) - (2/13)\theta_c \end{aligned} \quad (40)$$

と導光板（光源）側へフィードバックされる光線 R_{11} とに変換される。

【0038】 θ_c を θ_{c1} からなおいっそう増加させると、出射角の大きいサイドロープ光から順次左斜面 f 2 で全反射するようになる。そして、

断面を示した図である。図中、光線 R 5 は、光路 C → D（全反射）→ E に沿ってプリズム内を進行し、斜面 f 1 より F 方向へ出射角 θ_{c1} で出射する光線である。

【0040】光線 R 5 が斜面 f 1 及び斜面 f 2 にそれぞれ入射するときの角度を θ_{c1} 及び θ_{c2} 、また、点 C から点 D に進行する光線が底面 f 3 となす角度を θ_{c2} とし、斜面 f 1 から光線 R 5 が透過している場合を考えると、

$$(32)$$

$$(33)$$

$$(34)$$

なる。すなわち、底面 f 3 から入射し、斜面 f 1 から透過し出射する光線は、存在しない。

【0041】逆に、

$$(36)$$

を定めることにより、底面 f 3 よりプリズムに入射し、その後にサイドロープ光となる光線の存在を防止することが可能となる。このような条件を満たす θ_c は、式 (32) ~ (35) より、次式のように与えられる。

$$(37)$$

30 出力光の視野角（半値角）は広がり、また、導光板にフィードバックされた光は導光板内部を伝搬し、一部は再出力される。この結果、輝度の面分布はより均一となる。

【0043】故に、本発明においては、高い法線輝度と少ないサイドロープとを両立させるために、

$$\theta_{c1} < \theta_c < \theta_{c2}$$

すなわち、

とする。

【 0 0 4 4 】 図 9 は、代表的な材料について、屈折率、臨界面角、 90° 頂角の場合における最大出射角 θ_{max} 、強度がピークの方向 θ_{peak} 、及び、最小出射角 θ_{min} のサイドローブを生じる各々の光線に対してこれを隣接斜面反射により抑止する頂角 θ_{11} 、 θ_{12} 、 θ_{13} 、及び両斜面 f_1 、 f_2 においてサイドローブ原因光が全反射されて出射を抑制する頂角 θ_{21} を列挙した図である。ただし、空気の屈折率を 1.00 として計算を行っている。

【 0 0 4 5 】 (本発明に係るレンズシートの第 1 の実施形態) 次に、本発明に係るレンズシートの実施形態、及び、その光学特性について説明する。図 10 は、本発明に係る 3 つのレンズシートを示す図であり、図 11 は、本発明に係るレンズシートとその性能を比較するために設けた比較例としてのレンズシートを示す図である。図 10、11 に示される 5 つのレンズシートは、いずれも厚さ $50\mu m$ の透明な 2 軸延伸 PET (ポリエチレンテレフタレート) シートの表面に、紫外線で架橋硬化させた屈折率 1.50 のウレタンアクリレート樹脂を用いて成形されたものである。成形は、プリズム形状を有する金型のプリズム面に、液状の紫外線硬化性樹脂を塗布し、プリズム形状の凹凸を完全に液で充填してから、次に液面に基材シートを積層する。その後、紫外線で液を架橋硬化させると同時に、基材シートと接着し、金型から離型して行った。以下、各レンズシートの形状から記載する。

【 0 0 4 6 】 図 10 (a) に示すレンズシート 10A は、頂角 $\theta_1 = 97^\circ$ ($\theta_{11} < \theta_1 < \theta_{12}$) の三角形プリズム線型配列のレンズシートであり、プリズムの繰り返し周期は $50\mu m$ 、主断面内における頂角を挟む 2 辺の長さは、各々 $33.4\mu m$ である。図 10 (b) に示すレンズシート 10B は、頂角 $\theta_1 = 100^\circ$ ($\theta_1 = \theta_{11}$) の三角形プリズム線型配列レンズシートであり、繰り返し周期は $50\mu m$ 、頂角を挟む 2 辺の長さは、各々 $32.6\mu m$ である。

【 0 0 4 7 】 図 10 (c) に示すレンズシート 10C は、頂角 $\theta_1 = 110^\circ$ ($\theta_{11} < \theta_1 < \theta_{12}$) の三角形プリズム線型配列レンズシートであり、繰り返し周期は $50\mu m$ 、頂角を挟む 2 辺の長さは各々 $30.5\mu m$ である。図 11 (a) に示すレンズシート 10D は、頂角 $\theta_1 = 90^\circ$ ($\theta_1 < \theta_{11}$) の三角形プリズム線型配列レンズシートであり、プリズムの繰り返し周期は $50\mu m$ 、主断面内で頂角を挟む 2 辺の長さは各々 $35.4\mu m$ である。図 11 (b) に示すレンズシート 10E は、頂角 $\theta_1 = 120^\circ$ ($\theta_1 > \theta_{11}$) の三角形プリズム線型配列レンズシートであり、プリズムの繰り返し周期は $50\mu m$ 、主断面内で頂角を挟む 2 辺の長さは各々 $29\mu m$ である。

【 0 0 4 8 】 ここでは、上記各レンズシートを用いてエ

ッジライト型面光源を構成し、出光面における輝度を測定した。図 12 は、図 10、11 に示したレンズシートを用いて構成したエッジライト型面光源を示す斜視図である。図示する面光源では、エッジライト型のバックライト 45 の導光板 20 (厚さ $4mm$ のアクリル樹脂板) の上面に、光等方拡散性層 15 (サンドブラスト処理をした PET シート) 及び本発明のレンズシート 10 が配置されている。このバックライト 45 は、導光板 20 の下面に、白インキの印刷による散点パターンの光拡散反射層 25 及びその裏に金属蒸着膜の鏡面反射層が形成されており (図 12 では、その内の一方のみを図示)、導光板 20 の側端面の両側には、それぞれ線光源 30 (冷陰極型蛍光灯、消費電力 $4W$)、反射鏡 35 が設けられている。このようなエッジライト型の面光源は、薄型で光放出面が発熱しにくい利点があり、実用上良く使用される面光源である。なお、図中には、レンズシート 10 上にさらに表示素子 40 が設置され、全体として表示装置を構成しているところを示しているが、ここでは、この表示素子 40 を使用せずに測定を行った。なお、表示素子 40 としては透過型、すなわち、透過光を変調して画像を表示する方式のものがいずれも使用可能であり、例えば、液晶表示装置 (LCD)、エレクトロクロミックディスプレイ (ECD) 等がある。

【 0 0 4 9 】 輝度測定は、レンズシートの正面から $30cm$ の位置に輝度計 (トプコン BM-8 (2°)) を用いて行なった。なお、導光板 20 の上面に何も載せない場合及び導光板上に光等方性拡散層のみを載せた場合の法線輝度は、各々 $839 [cd/cm^2]$ 、 $1055 [cd/cm^2]$ であった。図 13 は、上記輝度測定の測定結果であり、出力光の半値角 $\theta_{1/2}$ 、法線輝度 I_n 、主ローブとサイドローブとの光量の比 (E_s/E_m 、 $E_m/(E_s+E_m)$) を示す図である。また、頂角 θ_1 が、 $\theta_{11} \sim \theta_{12}$ の範囲での出力光の挙動を比較するために、出力光輝度の角度分布を (配光特性) を測定したグラフを図 14 ~ 図 17 に示す。また、頂角 θ_1 と、主ローブとサイドローブとの光量比 (E_s/E_m 、 $E_m/(E_s+E_m)$) との関係を図 18 に示す。

【 0 0 5 0 】 なお、半値角 $\theta_{1/2}$ は、配光特性 (出力輝度の方位角分布) のグラフから、最大 (法線方向) 輝度の $1/2$ 以上を有する角度範囲として求めた。主ローブ光量 E_m とサイドローブ光量 E_s との比 E_s/E_m 、 $E_m/(E_s+E_m)$ は、測定結果を図 17 に示すような直交座標に表し、配光特性曲線と座標系の横軸とで包囲された面積が光量に比例するとみなして、面積比として計算した。なお、主ローブ (配光特性曲線の法線方向 n を中心とするピーク) と、サイドローブ (主ローブの両側にできるピーク) との間の極小点を主ローブとサイドローブの境界とみなした。

【 0 0 5 1 】 従来技術であるレンズシート 10D (頂角 $\theta_1 = 90^\circ$) を用いた場合を基準にして測定結果を評

価すると、本発明に係るレンズシート 10A~10C は、法線傾度が若干 (4~13%) 低下している。これは、プリズム頂角の増加に起因して、プリズムにおいて屈折・透過する光がより広角に拡散するためであり、このことは、半値角 $\theta_{1/2}$ の増加 (7~21°) に対応する。ただし、全出力光量に占める主ローブ光量 E_m の割合、すなわち、 $E_m / (E_s + E_m)$ は、4~19% 増加している。このことを示すのが、図 18 のグラフである。プリズム頂角 θ_p が $\theta_{1/2}$ を越えたあたりから $E_m / (E_s + E_m)$ の増加、及び E_s / E_m の減少が始まり、 θ_p が $\theta_{1/2}$ を越えたあたりから $E_m / (E_s + E_m)$ の増加、及び E_s / E_m の減少は横違いとなる。これは、図 6 (A) ~ 図 6 (D) に示すようなサイドローブ光の主ローブ光への変換が $\theta_{1/2}$ ~ $\theta_{1/2}$ の範囲で起きていることを示す。

【0052】一般に、表示装置等の使用者は、出光面の法線方向のみではなく、左右方向で法線を中心とする 30° ~ 90° 程度の範囲より表示装置を観察する。この点を考慮すると、レンズシート 10A~10C を用いた面光源は、いずれもその主ローブが上記角度範囲内に存在し、しかも、全出力光量 ($E_s + E_m$) 中に占める主ローブ光量 E_m の比は、従来の面光源より増大している。これは、本発明に係るレンズシートを用いた面光源は、より出力光エネルギーの利用効率が高く、また、光源面 (画面) も実質的には明るくなることを意味する。一方、サイドローブ光量 E_s と主ローブ光量 E_m との比、 E_s / E_m は、頂角 θ_p の増大と共に減少していることから、全出力光量中の主ローブ光量 $E_m / (E_s + E_m)$ の増加は、本来サイドローブ光となるべき光が、前述のメカニズムにより主ローブ光に変換された結果である

【0053】なお、理論上サイドローブ光量が 0 となるべきレンズシート 10C ($\theta_p > \theta_{1/2}$) においても、サイドローブ光は、全出力光量中の 14% 残留している。これは、現実の面光源では、図 1、図 6 においてシミュレーションされなかった経路の光も一部存在し、その影響が現れたものであると思われる。レンズシート 10E ($\theta_p > \theta_{1/2}$) を用いた面光源では、レンズシート 10C と比較して、サイドローブ光量自体の比率 E_s / E_m 、全出力光量中に占めるサイドローブ光量の比 $E_m / (E_s + E_m)$ とも若干低下している。これは、レンズシート 10C では、図 6 (D) において説明したように、サイドローブから除去された光の一部が主ローブ光として利用されているのに対して、レンズシート 10E では、図 2 の光線 R1 のように、サイドローブから除去された光は、全て導光板側にフィードバックされ、主ローブ光に寄与しないためであると考えられる。

【0054】また、 $\theta_p > \theta_{1/2}$ レンズシート 10E を用いた面光源では、法線傾度 I もレンズシートを用いない場合の 3% 増しに留まり、本発明のレンズシート 1

0C を用いた場合 (同 11% 増し) よりも大きく落ちる。なお、本発明のレンズシートを導光板表面に設置する場合は、プリズム面を導光板側に向けることも、また、導光板と反対側 (出光側) に向けることも共に可能である。しかし、通常のエッジライト面光源の場合は、図 12 のようにプリズム面を出光面に向けた方が傾度が高く、好ましい。

【0055】(本発明に係る直下型面光源及び表示装置) 図 19 は、本発明に係るレンズシートを用いた直下型面光源を示した斜視図である。本面光源は、ケース 55 内に、蛍光灯などの線光源 60 が設けられた直下型のバックライト 50 の開口側に、光等方拡散性層 15 及び本発明のレンズシート 10 を配置したものである。また、ケース 55 の光源側内面は、白色塗装等により光拡散反射面に加工されている。また、光源としては、白熱電球、LED 等の点光源を用いることもできる。

【0056】なお、図中に示されるように、上記面光源は、公知の透過型の液晶表示素子 (40) の背面に配置することによって、液晶表示装置として使用することができる。また、透過型の液晶表示素子の他に、エレクトロクロミック表示素子などの背面光源を必要とする素子に適用することができる。

【0057】(本発明に係るレンズシートの第 2 の実施形態) 本発明に係るレンズシートは、必要に応じ、高さが光の波長以上の微小突起部からなる微小凹凸を形成し、導光板との光学密着を防止することもできる。図 20、図 21 は、本発明によるレンズシートの第 2 実施形態を表側又は裏側から見た斜視図である。第 2 実施形態のレンズシート 10F は、基材シート 65 の裏面 65a に微小突起 65b が形成されている。特に図 20 は、基材シートとレンズ配列層との間に光透過拡散層 70 がある場合を、図 21 は、光拡散層 70 がない場合を示す。

【0058】この微小突起 65b は、光拡散のためではなく、導光板 20 又は下に重ねたレンズとの間に、適度な間隙の空気層を作り、等厚干渉縞の発生又はレンズシート 10F と導光板 20 との光学密着一体化を防止するためのものである。但し、直下型面光源に用いる場合、又は、エッジライト型面光源に用いる場合であっても、レンズシート 1 枚のみをレンズ配列層 75 が導光板 15 側を向くように配置する場合や、あるいは、レンズシート 10F が厚く、積層が少ないものを用いて、レンズシート 10 の周縁のみをスペーサによって固定する場合には、無くてもよい。

【0059】この微小突起 65b は、4 角柱、3 角柱、6 角柱、円柱 (又は楕円柱) などの柱状 [図 21 (B) ~ (E)] であっても、4 角錐台、3 角錐台、6 角錐台、円錐台 (又は楕円錐台) 等の錐台状 [図 21 (F) ~ (I)] であってもよい。

【0060】微小突起 65b の底面の寸法 (通常は半径又は対角線長で評価) は、スペーサとしての最低限の強

度を確保するためには、その高さHにもよるが $1\mu\text{m}$ 以上必要である。また、 $125\mu\text{m}$ 以上、特に $500\mu\text{m}$ を越えると微小突起が目視可能となったり、液晶表示素子への利用では、その画素とのモアレ縞が生じやすくなるため好ましくない。

【0061】上記のような寸法の微小突起65bのレンズシート面での二次元分布は、ランダム分布が好ましい。もしも、微小突起が周期的に配列していると、微小突起とレンズシートの反対面に有するレンズ配列層75の単位レンズ75a（殆どの場合、周期的配列をしている）とが、必ずある周期で重なりあうために、モアレ縞となって現れてしまう。また、このようなレンズ配列層75を構成する単位レンズ75aの配列周期以外にも、カラー液晶表示素子のバックライトとして使用する場合には、表示素子の画素の配列周期とも干渉してモアレ縞が現れやすい。従って、微小突起の配列は、非周期化することによりモアレ縞の発生が防止される。

【0062】しかし、モアレ縞は、以上のように微小突起65bの配列をランダム化しても、各微小突起65bの多角柱の形状が同一で向きが揃っていると、各微小突起の同種（例えば、台形ならば上底同士）の各側面が全て同一の方向を向いているために、これら同一向きの微小な側面が集合して、あたかも大きな仮想的側面を形成するようになる。この仮想的側面は、微小突起がランダム配列をしているから、周期性はないが、レンズ配列を構成する単位レンズが有する面とが干渉して、モアレ縞が発生することがある。従って、単位レンズを構成する面と、微小突起の有する側面とを、或る一定の関係にすることが好ましい。

【0063】図22は、このモアレ縞の発生防止を説明する図である。例えば、図22(a)のように、レンズシート10のレンズ配列層75は、三角柱レンズの単位レンズ75aから構成される場合を考えてみる。レンズシート10の出射面は、X-Y平面に平行な面であり、これを水平面とする。なお、出射面に垂直な法線方向はZ軸方向（図示せず）である。単位レンズ75aを構成する面は、山谷を成す斜面75a-1であるが、この面（斜面）と水平面との交わる交線と、X軸とは平行な線となる（X軸が交線と平行になるように座標軸をとってある）。なお、厳密には、斜面は有限な面であり、水平面もZ軸座標の取り方により多数あり、斜面と水平面とは条件次第で交わらないが、ここでの交線とは前記面（斜面）を延長して水平面と交わる線の意味である。もちろん、三角柱な単位レンズで、それを一次元方向に配列した場合には、交線は一種のみであるが、四角錐等の他の種類の単位レンズを二次元方向に配列した場合は、単位レンズを構成する面から導出される交線は、二種類以上の場合もあり、それらの交線が直交しない場合もある。

【0064】次に、図22(b)は、三角柱レンズの単

位レンズ75aから導出される交線を基準した、X-Y座標軸に対して、微小突起群65bから導出される一つ交線をX'軸として、直行系のX'-Y'座標軸を重ね合わせたものである。各微小突起65b（ここでは、直方体）の向きは、全て揃っていて、それらの側面とレンズシート10の水平面との交線は、二種類あり直交し、X'軸に平行な交線と、Y'軸に平行な交線である。このX'軸と先のX軸とは、角度 α をなしている。なお、微小突起は、多数散々しており、それらの多数の側面とレンズシートの水平面との交線も多数あるが、微小突起の向きが揃っているため、交線の方向で代表して直方体の場合は直交する交線の二種類となる。

【0065】X軸とX'軸のなす角度 α がゼロであれば、平行となりモアレ縞が発生しやすい。しかし、このような単位レンズから導出される交線と微小突起から導出される交線とを 5° を越えて離すように、双方の配置をとればモアレ縞は防止できる。すなわち、直方体の場合に、角度 α が時計回り（右回り）で、 $5\sim 85^\circ$ の範囲、より好ましくは $10\sim 80^\circ$ の範囲であれば、モアレ縞の発生は効果的に防止できる。また、角度 α は、反時計回りで、 $-5\sim -85^\circ$ 、より好ましくは $-10\sim -80^\circ$ の範囲でもよい。直方体の場合に、 85° を越えると、注目する側面から導出される交線についての角度は、さらに大きくなるが、隣接する側面（前記側面に対して 90° をなす）との関係が、平行関係に近くなり、隣接する側面との関係でモアレ縞が発生し易やすくなる。このように、多角柱の側面との関係で、平行から 5° を越えて離せば、モアレ縞の発生は防止できる。

【0066】なお、微小突起が例えば直方体からなり、各直方体の注目した同種の側面とレンズシートの水平面との交線と、単位レンズの面と前記水平線との交線とが、上記のように 5° を越えたある角度に規定する際に、配置する全ての微小突起（この場合直方体）の向きを全て揃える必要はない。例えば、全微小突起の1%の数が水平であったとしても、それらが、隣接した部分に集合していなければ、モアレ縞の発生の起因となる平行関係を定義する程の強度を持たないからである。この意味で、各直方体の側面から導出される交線と単位レンズから導出される交線とが互いに非平行であるとする、「各直方体」の意味は、必ずしも配置した全ての直方体が非平行関係を有することに限定されるものではなく、配置した直方体の一部には、平行関係があっても大勢として非平行関係があるとの意味の包含する。

【0067】この微小突起としては、直方体以外にも多角柱でもよいが、以上の説明で対象とした直方体の場合に、その側面は互いに 90° をなしているため、 90° 回転する毎に同様な状況となる。しかし、直方体の場合に、その対向する側面同士が平行であるため、モアレ縞発生防止において、考慮する交線は互いに直交する二種類の交線のみである。しかし、直方体以外の多角柱、例

えば、三角柱であれば、考慮する交線は三種類、五角柱の場合は五種類と、いずれも直方体の場合よりも多くなる。従って、モアレ縞が発生する条件は多くなり、設計の自由度が減少する。勿論、四角柱であっても、隣接する側面同士が直角でない、自由四角柱では、考慮する交線は四種類と多くなり、この点で、対向する側面が平行な、底面が平行四辺形や、菱形からなる四角柱でも、モアレ縞の発生を、直方体と同等に防止することができる。しかし、製造の容易さの点からは、これらの平行四辺形や菱形からなる四角柱よりも、直方体の方が優れている。なお、側面から導出される交線が直線を成さない場合として、 n を無限大とした n 角柱、すなわち側面が曲面からなる円柱、楕円柱等があるが、この場合、上記直方体に対して、例えば、微小突起群の作製するための原版フィルムをスキャナー等の平行なスキャニング方式で行うと、突起が微小であるために、スキャニングラインと平行又は直角でない側面を形成する円形等の輪郭にギザができて、本来の円柱の滑らかな側面ができない。

【0068】なお、微小突起をランダムに配置する方法としては、レンズシートの全面に相当する所定面積の X - Y 平面内に、乱数を用いて微小突起を配置する X 、 Y 座標を発生させればよい。図23(a)で、80は、このようにして得られた微小突起65bを形成すべきランダムな座標点である。ここで、それぞれの座標点80同士の中には、隣接しすぎて、その座標に有限な大きさを有する微小突起を配置すると、図24(a)のように、微小突起同士が接触して重複部分95ができることもあり得る。なお、図24(a)で、点線は、重複部分を明示するための仮想的な線である。このような場合に、そのままの重なった形状とすると、微小突起が大きくなり、目視可能になることもあり得る。このため、一つの解決法として、図24(b)のように、重複部分の微小突起の高さ H は、ゼロとすることが好ましい。このようにして、隣接して重複した微小突起同士が融合して、微小突起の頭頂部が広がることを防止できる。それによって、微小突起同士が重複しても、微小突起が大きくなって目視可能となることを防止できる。図23(b)は、重複部分がそのままの状態を、図23(c)は、上記のように処理して、重複部分の高さ H をゼロとした状態の微小突起群を示す。

【0069】なお、前記した各微小突起と構成面と単位レンズの構成面との関係で発生するモアレ縞は、各微小突起を配置する際に、全て同じ向きに配置するために、各微小突起のなす側面が全て揃って、認識可能な交線を定義してしまい、この交線と単位レンズの成す面から導出される交線との関係が発生することに起因する。しかし、各微小突起が全て同一形状であっても、各微小突起を配置する際に、ランダムな向きに配置させれば、すなわち、図22(b)では、各微小突起は全て同一の向きであったが、 X - Y 平面に対して垂直方向の Z 軸方向を

回転軸としてランダムに回転させて配置すれば、各微小突起の側面がなす面から得られる交線は、それぞれ分散された任意の角度を有し、特定の角度に定義された交線は無くなり、このようにしても、モアレ縞発生を防止できる。しかし、レンズシートの製造上の容易さの点からは、先の同一の向きにする方がよい。

【0070】この点では、円柱、楕円柱等が優れている。しかし、前述したように、滑らかな曲面を持った側面の製造上の難しさがある。また、ランダムに配置する際に、隣接する微小突起同士が重なった場合の対策の一例として上記し高さ H をゼロとする方法では、接触部分に鋭角的な断面形状ができ、これもまた製造上の難しさとなる。ただし、高さ H をゼロとする方法をとらず、乱数によって得る、微小突起を配置する X 、 Y 座標の X 座標値及び Y 座標値を、円柱であれば、その直径 D よりも大きいキザミで乱数を発生させれば（キザミ以下の桁等の値部分は丸める）、得られるランダム座標点同士は、必ず直径 D よりも離れているので、これら座標点に微小突起を配置しても、重なることは皆無である。また、この方法の延長として、キザミを意識的に、より大きくしておいて最小隣接距離を調整することもできる。

【0071】また、微小突起の分布密度は、レンズシートが撓んで等厚干渉縞ができない程度であり、また、レンズシートにある程度の剛直性があっても、下側となる導光板やレンズシートとの間で均一な間隔が確保でき、間隔の微妙な差によって、やはり等厚干渉縞ができない程度に、適宜、設定する。微小突起の断面積をゼロと見立てた場合の分布密度、即ち微小突起を配置する個数的な分布密度は、特に、2枚のレンズシートを重ね合わせて使用する場合に、上側のレンズシート裏面の微小突起の隣接する突起間の平均距離 d を、下側のレンズシート表面の単位レンズの繰り返し周期 p の2倍以下、すなわち、 $d < 2p$ とすることが好ましい。このように設計することにより、互いに接触支持される上側レンズシート裏面の微小突起65bと下側レンズシート表面の単位レンズ75aとの支持接点間が撓んで、上下レンズシート間隔が不均一となって等厚干渉縞がでたり、上下レンズシート間隔が光源光の波長未満となることを防止できる。平均距離 d は、より好ましくは、 $d < 0.5p$ である。

【0072】一方、微小突起の断面積を有限のものとして評価した場合に、レンズシートが撓んでも等厚干渉縞を防止し得る分布密度としては、レンズシート10と導光板15とが対面している全面積 S_t に対する、前記突起部の断面積の総和 S_p の面積割合 $S_r (= S_p / S_t \times 100)$ で0.01~60%程度が好ましい。スペーサ的な機能としては、最小限で機能することが好ましいが、レンズシートの撓みの点からは、ある程度必要であり、また、後述する導光板と組み合わせる面光源とする場合に、輝度の面分布の均一化のためにも、ある程度は

必要である。

【 0 0 7 3 】 輝度の面内分布に関係する要因を考えるには、上記する面積割合 S_r と逆関係にある面積比率 R を用いて説明する。微小突起 6 5 b が、導光板 1 5 の表面と密着せず、かつ、波長以上の間隔のある空隙の部分の面積の総和 S_a が、レンズシート 1 0 と導光板 1 5 とが対面している全面積 S_t に対する割合として、面積比率 R (%) は、次式によって表される。

$$R = S_a / S_t \times 100$$

従って、面積比率 R は、面積割合 S_r と $R + S_r = 100$ の関係がある。この面積比率 R は、要求される面内での輝度の均一性、光エネルギーの利用効率、導光板の寸法等により決定されるが、通常、面積比率 R は 80 % 以上、より好ましくは 90 % 以上とすることが必要である。

【 0 0 7 4 】 この理由としては、共に表面粗さが光の波長以下の平滑な導光板の表面とレンズシート 1 0 の表面（裏面）とを密着させた場合に、光源から導光板に入射する入力光のうち大部分が、光源側の側端部から距離 y までに至る領域部分で全反射することなく放出され（導光板表面には、臨界角以上で入射してもその部分では全反射されず単位レンズに光は進入してしまうため）、 y より遠い所では急激に輝度が低下して暗くなってしまう。そして、発光部の長さ y の導光板の光伝播方向の全長 Y に対する百分率は、実際に測定すると 10 ~ 20 % となる。従って、光源から導光板に入射された光エネルギー量を全長 Y に均等に分配するためには、導光板表面の長さ y の領域部分で大部分、すなわち約 100 % の光が放出されてしまうので、長さ y の領域部分に来る入射光のうち 10 ~ 20 % は透過させて放出し、残りの 90 ~ 80 % の光を全反射させる必要がある。ここで、概ね、

$$(\text{全反射光量} / \text{全入射光量}) = S_a / S_t = R$$

で近似されることから、 R は、80 ~ 90 % ($S_r = 10 \sim 20$ %) の範囲が必要である。そして、 y より遠方

$$\Delta z \geq \Lambda_{\max} / 2 \Delta \theta^2$$

また、この微小突起 6 5 b は、1 次元的及び 2 次元的配列が非周期的であり、微小突起 6 5 b の幅 Δx は、式

$$\Delta x \leq 500 \mu\text{m}$$

【 0 0 7 7 】 さらに、相隣り合う各微小突起 6 5 b の平均距離 d が、単位レンズ 7 5 a の周期 P に対して式 (4

$$d < 2 P$$

ここでは、レンズシート 1 0 F - 1、1 0 F - 2 のように、同じ構造のものを単位レンズ 7 5 a の稜線が直交するように 2 枚積層して使用する例を挙げて説明する。

【 0 0 7 8 】 つぎに、レンズシート 1 0 F - 1 の裏面に形成された微小突起 6 5 b の高さ、と、レンズシート 1 0 F - 1、1 0 F - 2 の積層面における等厚干渉縞の消失条件について説明する。図 2 5 に示すように、表面側のレンズシート 1 0 F - 1 の裏面に微小突起 6 5 b を設け

の所でも同様に近似できるので、 R は 80 ~ 90 % が必要である点は、全長にわたって適用できる。但し、 R が 100 % (S_r が 0 %) に近くなり過ぎると、前記したようにレンズシートの撓みにより、微小突起群の間隔が、光の波長以上に保てなくなり好ましくない。そのために、 R の上限は 99.99 % 以下 ($S_r \geq 0.01$ %) にするとよい。また、以上に加えて本発明において、最も重要な設計思想の 1 つであるレンズシート裏面に入射する光が拡散反射（又は透過）により面光源の出光面の接線方向に逸脱して損失することを、最大限防止することが必要である。この点からは、 S_r は少い程よいことになる。よって、以上述べた輝度の面内分布の均一化、或いは、等厚干渉防止の条件を満たす範囲内で最小限になるように設計することが好ましい。

【 0 0 7 5 】 以上のような特定の微小突起群をレンズシートの片面に設けることによって、視野角外に出射する光線が増加して輝度が低下することなく、等厚干渉縞やモアレ縞を防止した、また、導光板全面にわたって均一な面分布で出力光を分配できる優れたレンズシートとすることができる。

【 0 0 7 6 】 次に、この微小突起 6 5 b によって、等厚干渉縞の発生を抑制できる条件及びその理由を詳しく説明する。図 2 5 は、第 2 実施例に係るレンズシートの微小突起の原理を説明する模式図である。なお、ここでは、レンズシート 1 0、1 0 (基材シート 6 5 とレンズ配列層 7 5) 間にできる等厚干渉縞を例にして説明するが、レンズシート 1 0 (基材シート 6 5) と導光板 1 5 の場合にも同様に適用できる。微小突起 6 5 b の高さ Δz は、このレンズシート 1 0 F を観察する光源の可視光スペクトルの最長波長を Λ_{\max} 、観察者からこのレンズシート 1 0 F 面上の反射面を通して前記光源を見た場合のその光源の角半径を $\Delta \theta$ としたときに、式 (4 1) の条件を満たしている。なお、面光源の光源の波長 λ と区別するために、大文字の Λ を使用する。

$$\dots (41)$$

(4 2) の条件を満たしている。

$$\dots (42)$$

3) の条件を満たしている。

$$\dots (43)$$

て、レンズシート 1 0 F - 1 とレンズシート 1 0 F - 2 との間の空隙 $H(x)$ を増大させ、以って界面 S_1 で反射する光線 L_1 と、界面 S_2 で反射する光線 L_2 との干渉による等厚干渉縞 (Newton 環の上位概念) の発生を抑制するものである。

【 0 0 7 9 】 このとき、等厚干渉縞としては、全等厚干渉縞は、微小突起 6 5 b の等厚干渉縞と、微小突起 6 5 b 以外 (周辺部) の等厚干渉縞とが重なり合ったもので

あることを考慮する必要である。これらのうち、微小突起 6 5 b 以外（周辺部）の等厚干渉縞についてであるが、その場合の空隙層（空気層）の厚さ $H(x)$ は、微小

$$H(x) = h(x) + \Delta h$$

ここで、 $\Delta h > 0$ であるから、 $0 \leq h(x)$ であっても

$$H(x) \geq \Delta h > 0$$

となり、 $H(x)$ は 0 に漸近しなくなる。

【0080】等厚干渉縞は、空隙部の厚さ H が大きくなるに従って消失して行く。よって、 H の増大によって等厚干渉縞の消失される H の下限値 Δh を求め、これを式

(45) に代入したものが、微小突起 6 5 b の周辺部の等厚干渉縞の消失条件である。

【0081】以下、この条件を算出する。「波動光学」（久保田広著、岩波書店発行、1975年8月30日第4刷発行）第87～89頁によれば、光源が空間的広が

$$H(x) \geq \Lambda / 2 \Delta \theta^2$$

となる。式(47)を式(45)に代入すると、微小突

$$\Delta h (= \Delta z_3) \geq \Lambda / 2 \Delta \theta^2$$

であればよいことが導出される。

【0082】以上は、単色光光源の場合であるが、通常使用される発光スペクトル分布を持つ光源については、式(48)は Λ に正比例するために、光源スペクトル

$$\Delta h \geq \Lambda_{\max} / 2 \Delta \theta^2 \quad [\mu m]$$

がスペクトル分布を持つ光源についての微小突起 6 5 b の高さの条件となる。

【0083】いま、式(41)の具体的数値を求めると、外部光源 7 として $0.38 \mu m \leq \Lambda \leq 0.78 \mu m$ の白色光を用いてレンズシート 10 F の表面を観察するとし、また、その外部光源 9 5 の角半径を通常屋内照明

$$\Delta h \geq 12.5 [\mu m]$$

を得る。なお、 Δh の上限は、本来、光学密着防止という観点からは制約はない。しかし、 Δh が大き過ぎると、レンズシートが撓みやすくなったり、また、面光源に組み立てた場合に、厚さが厚くなったり、突起が目視されやすくなったりする。そのために、通常は、 $200 \mu m$ 以下にすることが好ましい。

【0084】尚、式(48)、式(41)、式(49)は、最低限の必要条件であるが、その他下記条件が付加される。即ち、レンズシート 10 F が完全剛体と見做せる物体からなる場合には、最低、同一直線上にない（3角形の頂点をなす）3 点の突起で支持すれば足りる。しかし、レンズシート 10 F が例えば合成樹脂でできた薄く可撓性のある物体からなる場合は、微小突起 6 5 b 間の距離が離れ過ぎると、微小突起 6 5 b の部分でレンズ

$$d < P$$

ここで、図 26 を参照して、式(43)の条件についてさらに説明する。簡単のために、微小突起 6 5 b のうちで、最寄りの 3 点 A、B、C が正三角形 $\triangle ABC$ をなし、レンズシート 10 F が単位レンズ 7 5 a の線型（1次元）配列だけであるとした場合には、図 26 (A)、

突起 6 5 b の存在のために、レンズシート 10 F - 1 及び F - 2 を直接接合積層させた場合の厚さ $h(x)$ と微小突起 1 1 b の高さ Δh との和になる。即ち、

$$\dots (44)$$

（即ち、 $h(x) \rightarrow 0$ となり 0 に漸近しても）

$$\dots (45)$$

りを有する場合に、観察者から反射面 S1、S2 を通して見た（レンズシート 10 F を外部から観察する）外部光源 9 5 の角半径を $\Delta \theta$ [ラジアン]、光源光の波長を $\Lambda [\mu m]$ 、空隙の厚みを $H [\mu m]$ とするときに、 $\Delta \theta \ll (\Lambda / 2 H)^{1/2}$

…(46)であれば、等厚干渉縞が認められることが知られている。よって、式(46)より、等厚干渉縞が目視不可能な条件（干渉縞を生じない条件）を $H(x)$ について求めると、

$$\dots (47)$$

起 6 5 b の高さ Δh は、

$$\dots (48)$$

($\Lambda_{\min} \leq \Lambda \leq \Lambda_{\max}$) のうちで、スペクトル分布の上
20 限値 Λ_{\max} が式(48)を満たせば、残りの Λ は総て式(48)を満たすと言える。従って、

$$\dots (41)$$

又は窓からの自然光によって、 $10^\circ \leq \Delta \theta \leq 120^\circ$ 、即ち $0.175 [\text{rad}] \leq \Delta \theta \leq 2.094 [\text{rad}]$ とすると、式(41)より式(41)の右辺が最も少ない、 $\Delta \theta = 0.175 [\text{rad}]$ 、及び $\Lambda_{\max} = 0.78 [\mu m]$ に対応する値として、

$$\dots (49)$$

シート 10 F が撓み、 $h(x)$ 更には、 $H(x)$ が式(48)、式(41)、式(49)及び式(45)の条件を満たさなくなる。

【0085】そこで、この場合には、撓みを生じても、常に式(48)、式(41)、式(49)及び式(45)の条件が満たされるように、十分な密度により裏面の微小突起 6 5 b を設ける。この微小突起 6 5 b の密度の目安としては、一般的には、下側のレンズシート 10 F - 2 の単位レンズ 7 5 a の周期 P の 2 倍以下、更に好ましくは $1/2$ 以下の周期により 2 次元的に分布させるようにする。つまり、相隣り合う微小突起 6 5 b、6 5 b の平均距離 d が、単位レンズ 7 5 a の周期 P に対して式(43)の条件を満たすようにすればよい。

$$\dots (43)$$

(B) に示すように、2 つの微小突起間の距離 $AB =$ 距離 $BC =$ 距離 $CA = 2P$ のときに、微小突起 A、B が単位レンズ 7 5 a - 1、7 5 a - 3 に接すると、y 軸方向のみに着目すると、確かに微小突起 A、B の中間には微小突起と接しない単位レンズ 7 5 a - 2 が存在するよう

に見える。しかし、2 次元的にみれば、単位レンズ 7 5 a - 2 は y 軸方向に離れた微小突起 C によって支持されている。このようにすれば、総ての単位レンズ 7 5 a はもれなく微小突起 7 5 b によって、図 2 6 (C) ,

(D) に示すように、3 点支持の集合体により支持されるので、レンズシート 1 0 F - 1 と F - 2 との撓みによる接触は、最低限に抑えられる。また、実験的にも、 $d = 2 P$ を境として、 d が P を越えると、 Δh 、 Δy がそれぞれ式 (4 1)、式 (4 2) の条件を満たしても、等厚干渉縞が目視され始まることが確認されている。よって、前述した式 (4 3) の条件を得る。このようにすれば、大略総ての単位レンズ 7 5 a の 2 個毎に 1 箇所の微小突起 6 5 b によって支持されることになり、撓みの影響はなくなる。但し、平均距離 d が余り小さくなり、微小突起 6 5 b が密集し過ぎると、放出光の拡散角が広がり過ぎるために、適当な範囲を選ぶことが好ましい。

【 0 0 8 6 】次に、微小突起 6 5 b の等厚干渉縞について説明する。微小突起 6 5 b の近傍では $H(x) \rightarrow 0$ (収束) するために、等厚干渉縞は不可避である。これを事

$$\Delta x \leq 100 \mu m$$

また、光透過性拡散層 7 0 は、必要に応じて設ける層であり、レンズシートの透過光の拡散角を広げたり、あるいは、導光板裏面の散点パターン状の光拡散反射層を不可視化させるため (ヘイズ (雲価) を与える) の層である。例えば、アクリル、ポリスチレン等の樹脂のビーズ、シリカ等の無機物の粒子を含む透明樹脂塗料を塗装することにより形成する。もちろん、レンズシートとは別個に光等方拡散性層を設ける場合 (図 1 2)、あるいは、導光板裏面の光拡散反射層が全面ベタの場合は、層 7 0 は不要である。

【 0 0 8 8 】

【発明の効果】以上詳しく説明したように、本発明によれば、法線輝度が高くかつサイドローブが少ない、若しくは、視野角が広く、サイドローブが少なく、さらに光放出面内の輝度分布が均一であり、また、光透過拡散層によるヘイズ及び空間的コヒーレンスの低下によって、導光板裏面の光拡散ドットパターンを不可視化させ、等厚干渉縞が発生しても、その干渉縞を撓乱、消失できるレンズシート、面光源又は表示装置を提供することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】三角形プリズム線形配列レンズシート (頂角 90°) の単位レンズ部内に入射した光線を示した図。

【図 2】三角形プリズム線形配列レンズシート (頂角 140°) の単位レンズ部内に入射した光線を示した図。

【図 3】頂角 θ の三角柱プリズムにおいて、サイドローブ光の発生原因について説明した図。

【図 4】頂角 θ の三角柱プリズムにおいて、最小角方向、ピーク方向、最大角方向のサイドローブ光の軌跡を示した図。

実上回避するための手段としては、微小突起 6 5 b の分布に、1 次元的にも 2 次元的にも周期を持たせず乱雑に配置させ、かつ、微小突起 6 5 b の幅 ΔX を目視不能な大きさに形成することである。このようにすることにより、等厚干渉縞が発生しても、それは微小突起 6 5 b の領域内にのみ局在するために、それ自体は目視されない。

【 0 0 8 7 】しかし、もし、微小突起 6 5 b が周期的に配列していると、微小突起 6 5 b と単位レンズ 7 5 a とは、必ずある周期で接触するために、遠方から観察すると微小突起 6 5 b の微小干渉縞が積算されて干渉縞として目視されることになる。微小突起 6 5 b の配列は、非周期的とすることにより、微視的な微小突起 6 5 b の干渉縞は、遠方から観察すると明暗が乱雑に積算されて零となり、目視されなくなる。そこで、微小突起 6 5 b の幅 ΔX としては、通常 $10.0 \mu m$ 以下程度とすれば、実用上目的は達せられる。すなわち、式 (5 0) が満たされればよいことになる。

$$\dots (5 0)$$

【図 5】頂角 θ の三角柱プリズムにおいて、光線が入射する領域とサイドローブ光を放出する領域の関係を示した図。

【図 6】空気の屈折率 $n_0 = 1$ 、プリズムの屈折率 $n_1 = 1.5$ のときに、三角柱プリズムの頂角と強度がピークになるサイドローブ光 $R_{1, \dots}$ の経路との関係を示した図である。

【図 7】頂角 $\theta = 90^\circ + \alpha$ である三角柱プリズムにおけるサイドローブ光の経路を示した図である。

【図 8】頂角 θ の三角柱プリズムにおいて、底面 f_3 より入射し、斜面 f_1 より出射角 θ_{so} で出射するサイドローブ光の軌跡を示した図。

【図 9】代表的な材料について、屈折率、臨界角、 90° 頂角の場合における最大出射角 θ_{\dots} 、強度がピーク方向 θ_{\dots} 、及び、最小出射角 θ_{\dots} のサイドローブを生じる各々の光線に対してこれを隣接斜面反射により抑止する緩斜面頂角 θ_{\dots} 、 θ_{\dots} 、 θ_{\dots} 、及び両斜面 f_1 、 f_2 においてサイドローブ原因光が全反射されて出射を抑制する緩斜面頂角 θ_{\dots} を列挙した図である。

【図 10】本発明に係るレンズシートの実施形態を示す図である。

【図 11】図 10 に例示したレンズシートとその性能を比較するために設けた比較例としてのレンズシートを示す図である。

【図 12】図 10、11 に示したレンズシートを用いて構成したエッジライト型面光源を示す斜視図である。

【図 13】本発明に係るレンズシート等の輝度測定の測定結果示す図である。

【図 14】図 10 (a) に示すレンズシートの出力光輝度

の角度分布（配光特性）に関する測定結果を示す図である。

【図 1 5】図 1 0 (b) に示すレンズシートの実出力光輝度の角度分布（配光特性）に関する測定結果を示す図である。

【図 1 6】図 1 0 (c) に示すレンズシートの実出力光輝度の角度分布（配光特性）に関する測定結果を示す図である。

【図 1 7】図 1 1 (a) に示すレンズシートの実出力光輝度の角度分布（配光特性）に関する測定結果を示す図である。

【図 1 8】頂角 θ と、主ローブとサイドローブとの光量比 (E_s / E_m 、 $E_m / (E_s + E_m)$) との関係を示す図である。

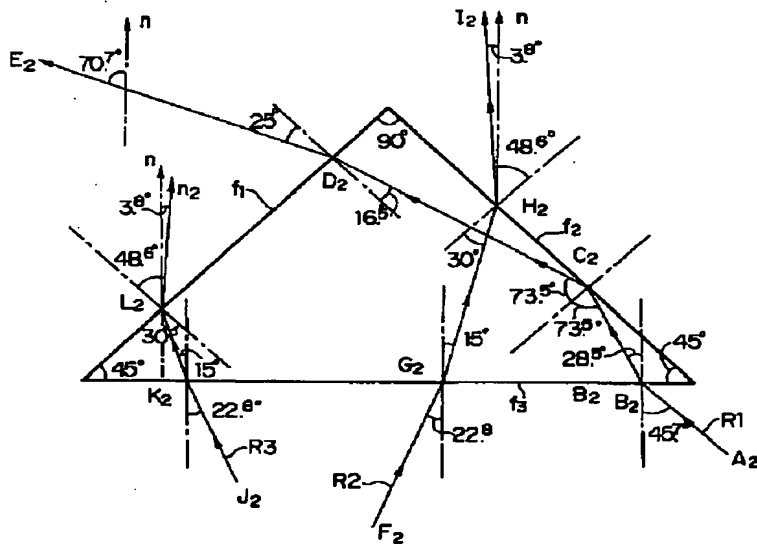
【図 1 9】本発明に係るレンズシートを用いた直下型面光源を示した斜視図である。

【図 2 0】本発明によるレンズシートの第 2 実施形態を表側から見た斜視図である。

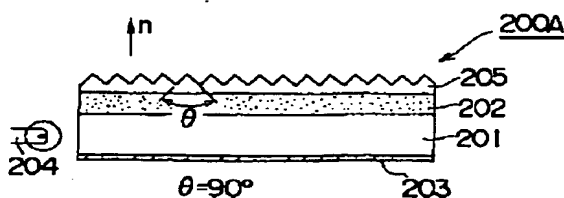
【図 2 1】本発明によるレンズシートの第 2 実施形態を裏側から見た斜視図である。

【図 2 2】モアレ縞の発生防止を説明する図である。

【図 1】



【図 2 7】



【図 2 3】第 2 実施形態に係るレンズシートの微小突起を説明する図である。

【図 2 4】第 2 実施形態に係るレンズシートの微小突起を説明する図である。

【図 2 5】第 2 実施形態に係るレンズシートの微小突起の原理を説明する模式図である。

【図 2 6】第 2 実施形態に係るレンズシートの微小突起の原理を説明する模式図である。

【図 2 7】エッジライト型の面光源の従来例を示す図である。

【符号の説明】

1 0 レンズシート

1 5 光等方

2 0 導光板

2 5 光拡散

3 0 線光源

4 0 表示素子

バックライト

5 5 ケース

2 0 6 5 基材シート

配列層

1 5 光等方

2 5 光拡散

3 5 反射鏡

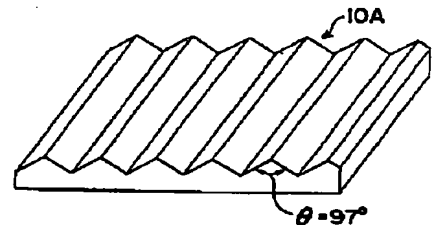
4 5、5 0

6 0 線光源

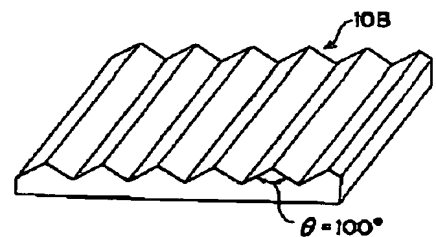
7 5 レンズ

【図 1 0】

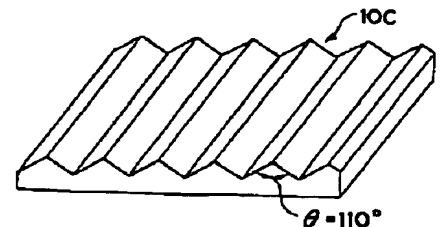
(a)



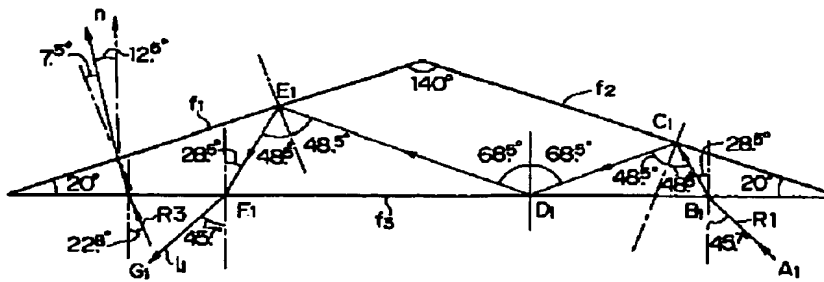
(b)



(c)

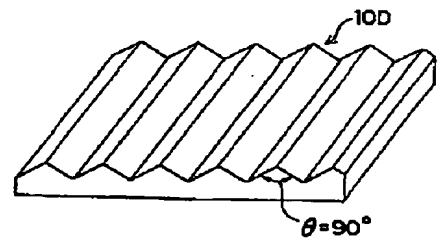


【 図 2 】

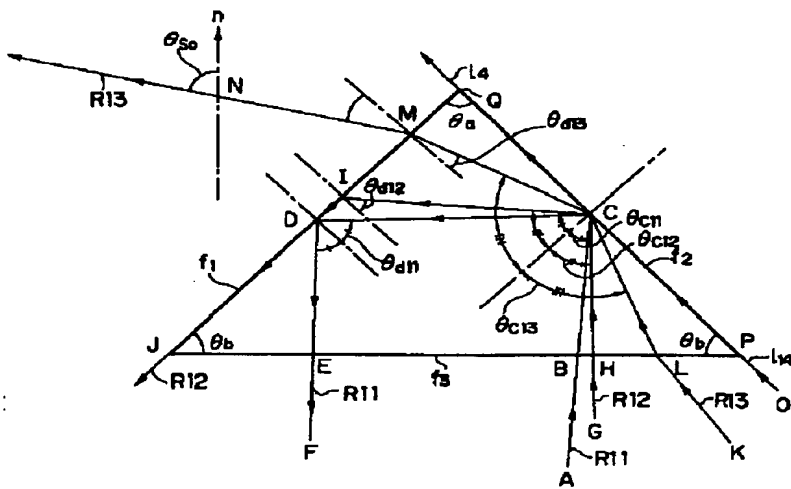


【 図 1 1 】

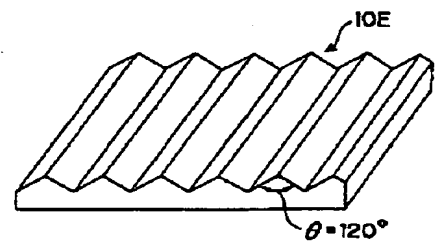
(a)



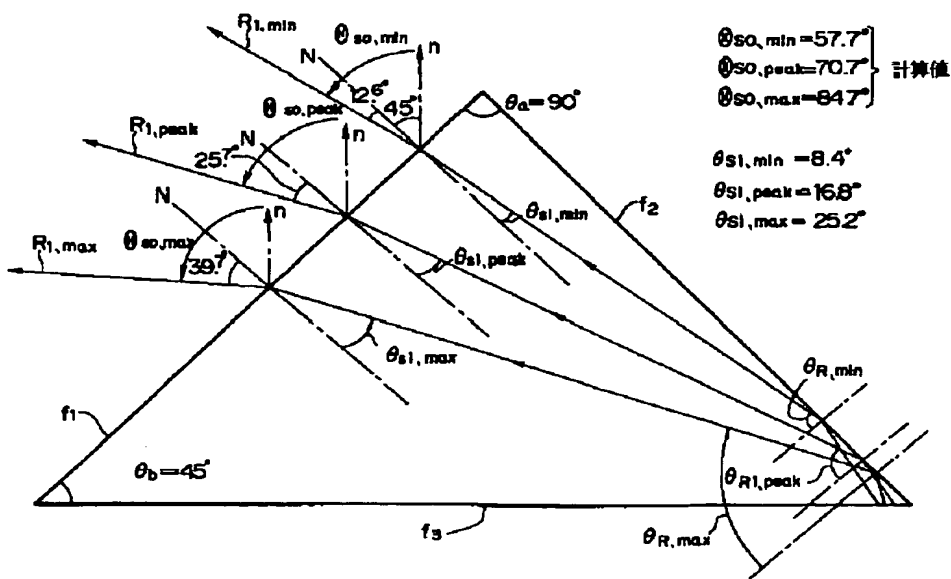
【 図 3 】



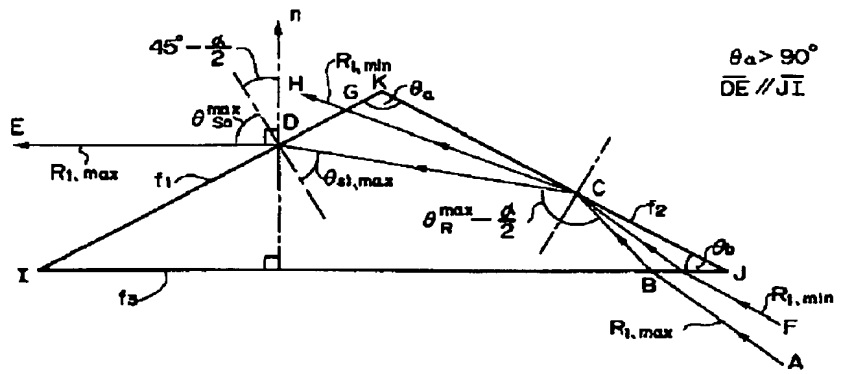
(b)



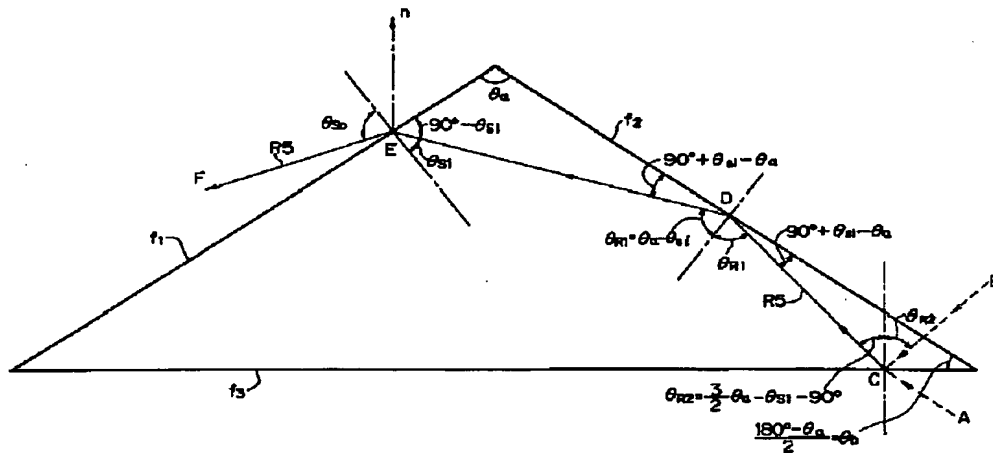
【 図 4 】



【 図 7 】



【 図 8 】



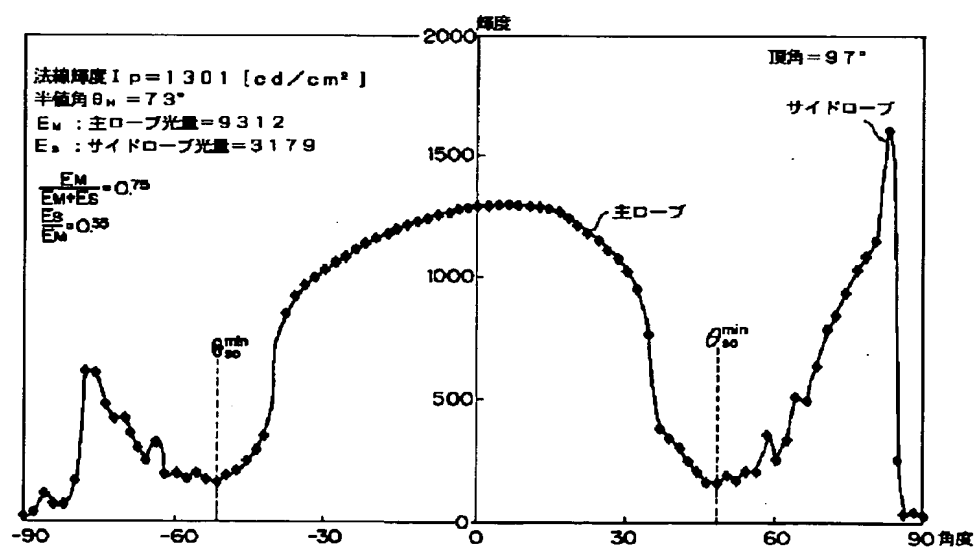
【 図 9 】

材料	屈折率	臨界角	頂角 $\theta_{a, \max}$	$\theta_{a, \text{peak}}$	$\theta_{a, \min}$	$\theta_{a, \text{ref}}$
鑽石	1. 43	44. 4°	93. 3°	100. 8°	106. 0°	119°
ポリメチルアクリレート	1. 50	41. 8°	93. 4°	100. 4°	105. 2°	116°
ポリスチレン	1. 60	38. 7°	93. 4°	99. 7°	104. 2°	112°
ペルオキシ構造 ポリタングステン酸	2. 20	27. 0°	92. 8°	97. 2°	100. 3°	96°

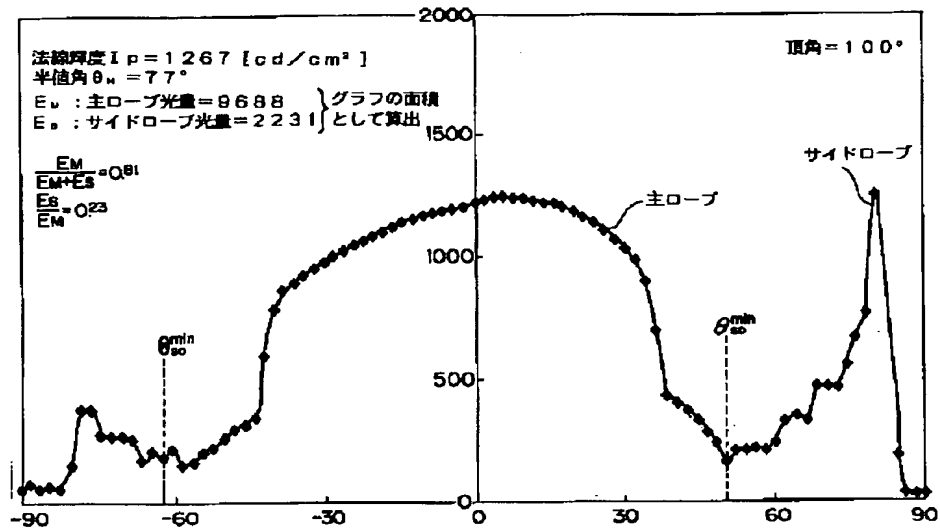
【図 1 3】

使用レンズシート	プリズム頂角 $\theta_a [^\circ]$	法線輝度 I_p [cd/cm ²]	EmとEsとの比		半値角 $\theta_H [^\circ]$	配光特性
			$E_m / (E_s + E_m)$	E_s / E_m		
10A	97	1301	0.75	0.35	73	図14
10B	100	1267	0.81	0.23	77	図15
10C	110	1178	0.86	0.16	87	図16
10D	90	1356	0.72	0.39	66	図17
10E	120	1090	0.84	0.19	98	—
レンズシートなし、拡散板のみ	—	1055	—	—	160	—

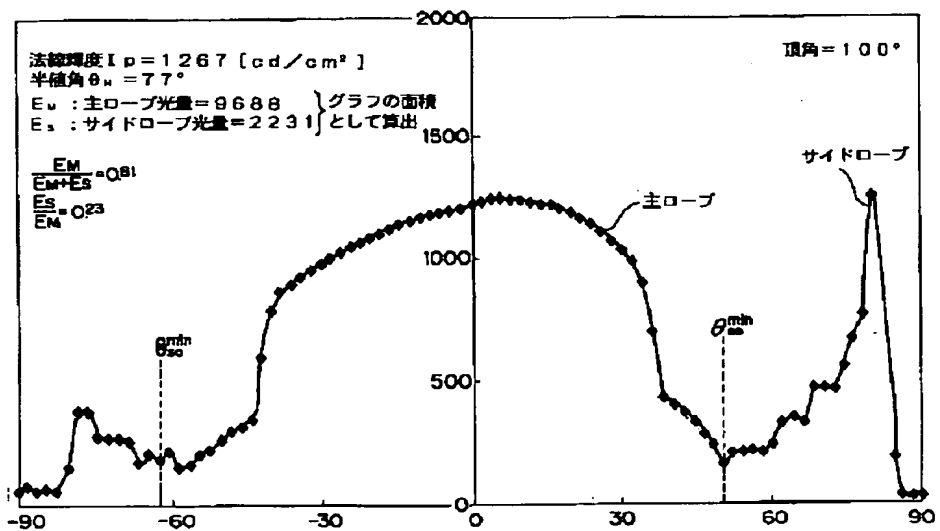
【図 1 4】



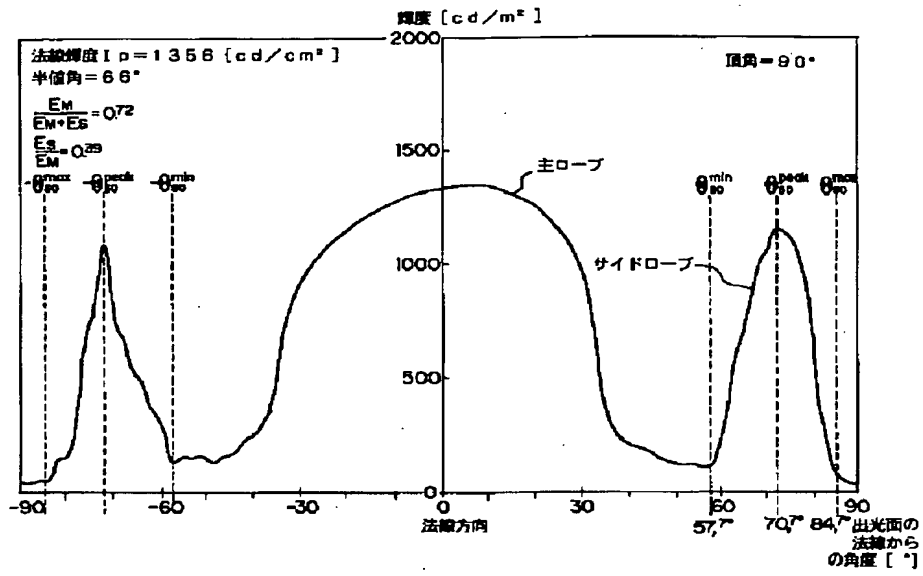
【 図 1 5 】



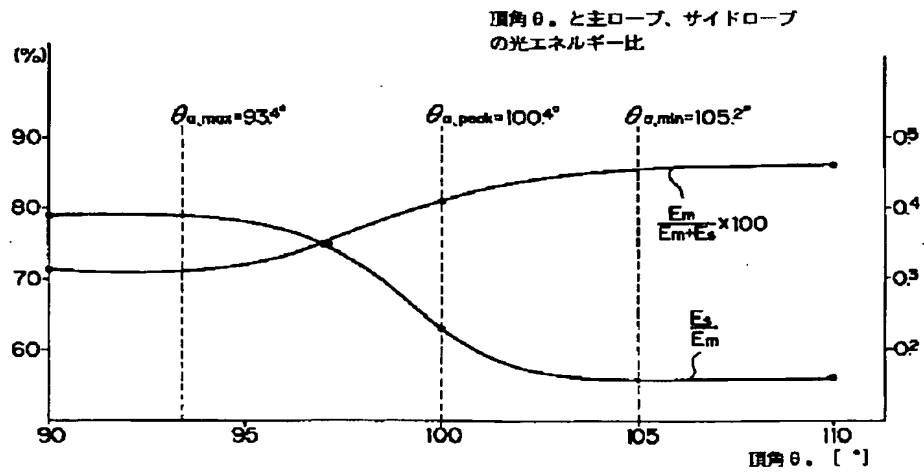
【 図 1 6 】



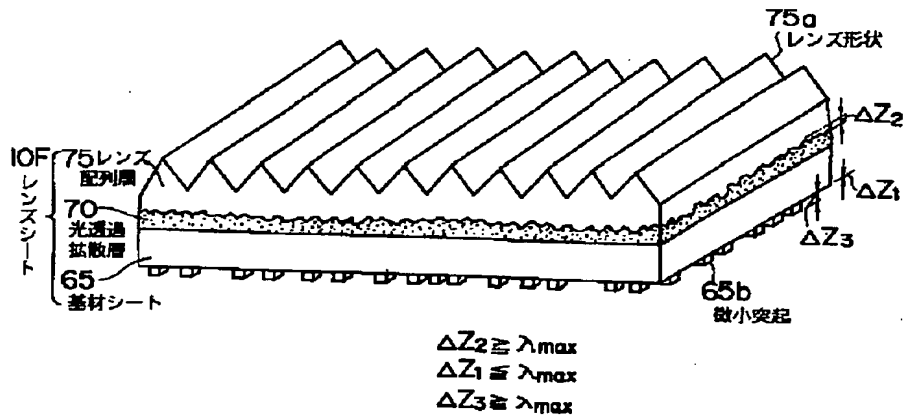
【 図 1 7 】



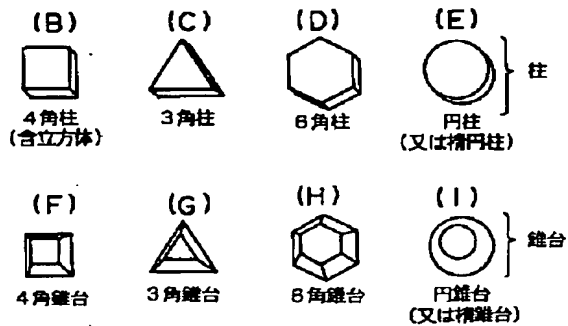
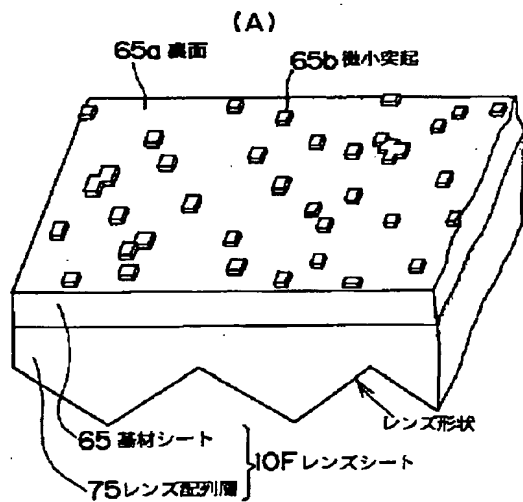
【 図 1 8 】



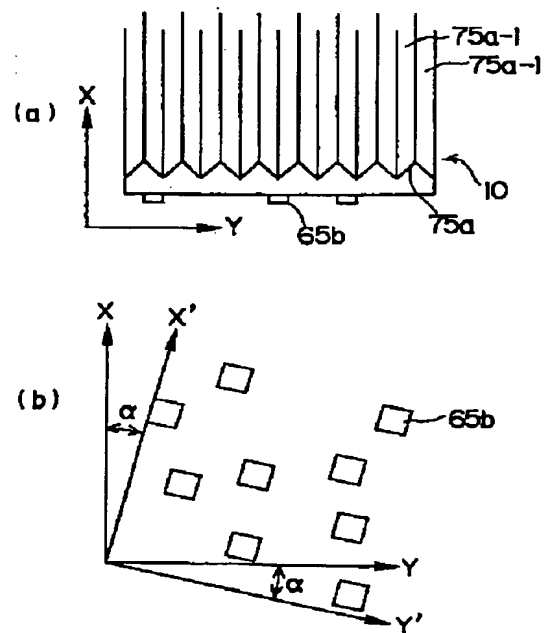
【図 20】



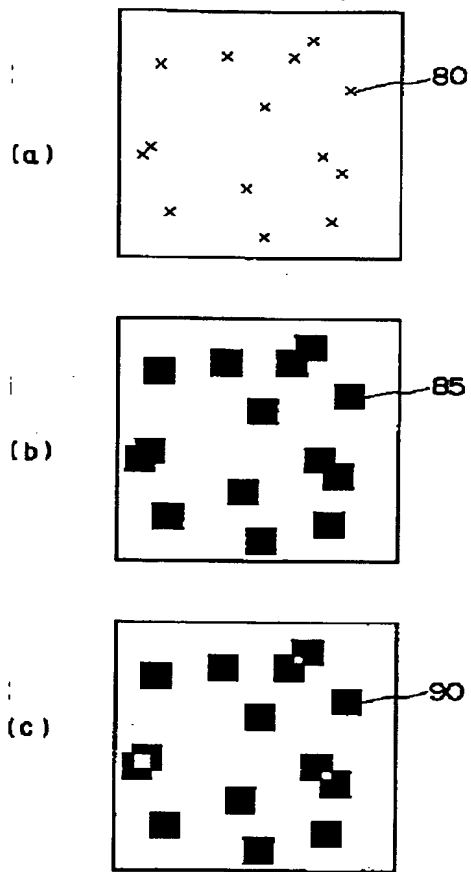
【図 21】



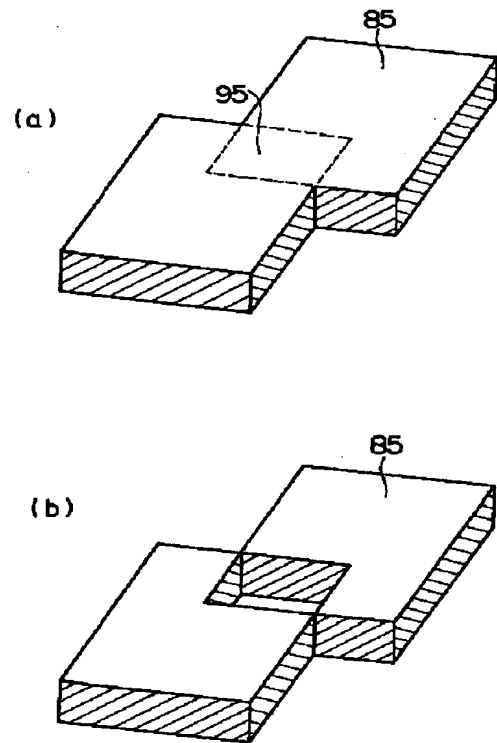
【図 22】



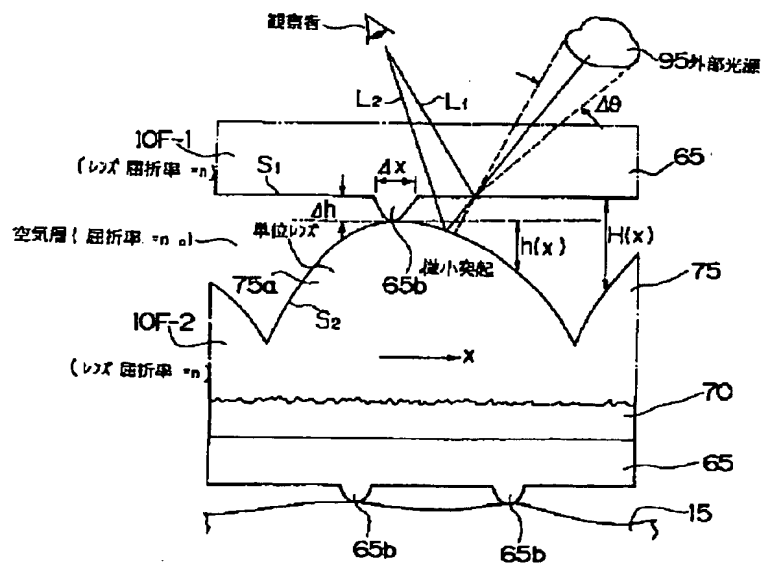
【 図 2 3 】



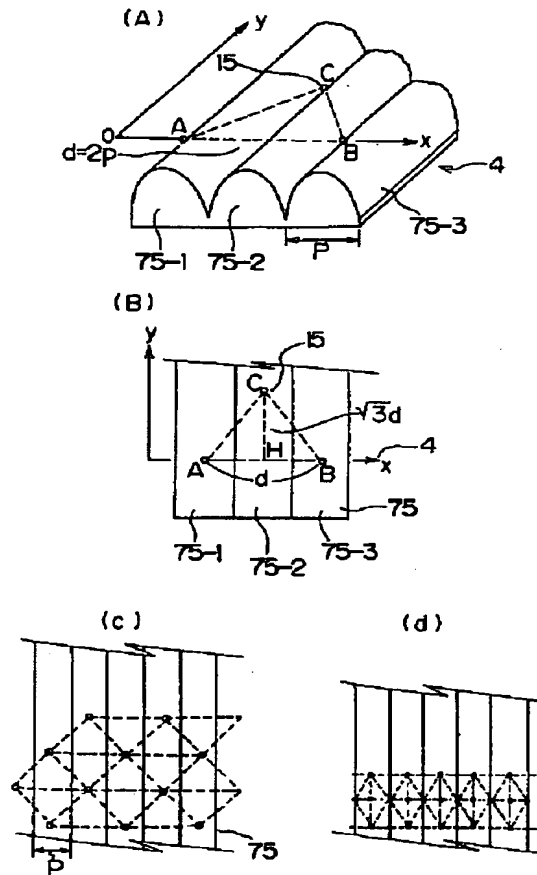
【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



【図 2 6】



【手続補正書】

【提出日】平成 7 年 1 1 月 2 0 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正内容】

【0030】サイドロープ光 $R_{i, \dots, \max}$ の斜面 f_1 における出射角 $\theta_{i, \dots, \max}$ と $\theta_{R, \dots, \max}$ は、点 D において屈折の法則により、以下のように関連づけられる。

$$n_0 \sin \theta_{i, \dots, \max} = n_1 \sin (90^\circ - \theta_{R, \dots, \max} + (3/2)\alpha) \quad (15)$$

ただし、ここで $\theta_{i, \dots, \max}$ は、斜面 f_1 の法線から測った角度である。一方、図 4 の $\theta_{i, \dots, \max}$ は、出向面の法線 n から測った角度であることに注意すべきである。両者の間には、図 7 から明らかなように $\theta_{i, \dots, \max} = \theta_{i, \dots, \max} + 45^\circ - \alpha/2$ の関係がある。他の $\theta_{i, \dots, \max}$ についても同様である。従って、 $\theta_{i, \dots, \max} = \sin^{-1} \left((n_1/n_0) \sin (90^\circ - \theta_{R, \dots, \max} + (3/2)\alpha) \right)$ (1

$$\begin{aligned} & (45^\circ - \alpha/2) + \sin^{-1} \left((n_1/n_0) \sin (90^\circ - \theta_{R, \dots, \max} + (3/2)\alpha) \right) = 90^\circ \\ & \therefore \sin^{-1} \left((n_1/n_0) \sin (90^\circ - \theta_{R, \dots, \max} + (3/2)\alpha) \right) = 45^\circ + \alpha/2 \end{aligned}$$

6) となる。出射光線 $(D \rightarrow E)$ が底面 f_3 と平行であるということは、サイドロープ光 $R_{i, \dots, \max}$ が底面 f_3 の法線（面光源出光面の法線） n と直交することを意味するから、図 7 より、

$$(45^\circ - \alpha/2) + \theta_{i, \dots, \max} = 90^\circ \quad (17)$$

となる。従って、式 (16) 及び (17) より、

(26)

特開平 9 - 1 0 1 4 0 5

・ ・ ・ (1 8)